

*R. Chagallhaens / J. J. de*  
**DESCRIPTION**

**D E S**

**O C T A N T S**

**ET SEXTANTS ANGLOIS,**

**o u**

**QUARTS DE CERCLE A REFLECTION;**

**A V E C**

La maniere de se servir de ces Instrumens, pour prendre  
toutes sortes de Distances angulaires, tant sur Mer  
que sur Terre.

*Précédée d'un MÉMOIRE sur une nouvelle Construction de  
ces Instrumens ;*

Et suivie d'un Appendix, contenant la Description & les  
avantages d'un DOUBLE-SEXTANT nouveau.

*PAR M. J. H. DE MAGELLAN,  
Membre de la Société Royale de Londres, & Correspondant de  
l'Académie Royale des Sciences de Paris.*



**A P A R I S,**

Chez V A L A D E, Libraire, rue Saint-Jacques, vis-à-vis celle des Mathurins.

**& à L O N D R E S,**

Chez E L M S L E Y, Libraire, dans le Strand, vis-à-vis Southampton Street.

---

**M. D C C. L X X V.**

**AVEC APPROBATION, ET PRIVILEGE DU ROI.**

# DESCRIPTION

DES

OCTANTS

ET SEXTANTS ANGLOIS.

OU

QUARTS DE CERCLE A REFLECTION.

AVEC

La maniere de servir les instruments pour prendre  
l'heure toutes les Distances angulaires, tant sur Mer  
que sur Terre.

Traduit de son Anglois par une nouvelle Edition de  
ces Instruments.



Le tout d'un ouvrage de Description de la  
Maniere de servir les SEXTANTS ANGLOIS.

PAR M. J. B. MAGNETAN.

Imprimeur de la Marine, et de l'Academie de Marine,  
à Paris, chez M. de la Harpe, au Salon de la Marine.

A PARIS.

chez M. de la Harpe, au Salon de la Marine, et chez M. de la Harpe, au Salon de la Marine.

chez M. de la Harpe, au Salon de la Marine.

chez M. de la Harpe, au Salon de la Marine.

A PARIS.

chez M. de la Harpe, au Salon de la Marine.



A MONSEIGNEUR  
TURGOT,  
MINISTRE D'ÉTAT, ET CONTROLEUR-  
GÉNÉRAL DES FINANCES.

MONSEIGNEUR,

*JE prends la liberté de vous offrir un Ouvrage très-élémentaire, mais que je crois utile; vous êtes trop grand pour rien dédaigner de ce qui peut contribuer au bien de l'humanité.*

*Il y a long-temps que la renommée avoit instruit l'Europe de votre génie & de vos vertus ; qu'elle vous montrait à la France comme un de ces Hommes extraordinaires, formés pour réparer les Nations, & que la Nature avare leur accorde trop rarement.*

*Quel bonheur ne doit pas se promettre la France sous un jeune Roi, qui a déjà montré le talent le plus nécessaire à un Prince, celui de bien choisir ses Ministres ; sous un Roi sourd à la brigue, & qui croit la renommée !*


*La France n'est point ma Patrie ; je n'y ai pas fixé ma demeure : ainsi je ne serai pas soupçonné de flatterie par ceux même qui pourroient ne pas vous connoître encore,*

*J'ai l'honneur d'être avec respect,*

MONSEIGNEUR,

*Je prends la liberté de vous offrir un Ouvrage très-estimable, mais que je crois utile ; vous êtes trop grand pour ne pas mériter de ce qui peut contribuer au bien de*

**Votre très-humble & très-obéissant serviteur**  
**JEAN-HYACINTHE DE MAGELLAN.**



## P R É F A C E.

LES avantages de la Navigation pour le Commerce maritime sur lequel sont fondées la Puissance & la richesse de plusieurs Nations, & qui rend facile & prompt la communication entre des Peuples qui, par leur position, paroissent avoir été destinés par la Nature même à une éternelle séparation, engagent une multitude d'hommes à affronter fort souvent les plus grands dangers, en bravant le courroux des Elémens. C'est ce courage dont les Marins se font une habitude, que le Philosophe regarde comme bien supérieur à celui des Guerriers, dont l'ambition des Grands, & la timidité du Peuple sont les Panégyristes outrés : & c'est par estime pour ces hardis Navigateurs, que j'ai toujours regardé avec le plus grand plaisir les efforts qu'on a faits depuis plusieurs années, pour surmonter le grand nombre de difficultés dont la pratique de la Navigation se trouve encore remplie.

Les plus grands Géomètres se sont épuisés en méthodes, pour éclairer les Marins dans leurs routes avec le flambeau du Calcul, tandis que d'autres Savans très-distingués ne dédaignerent pas d'entrer dans les détails les plus élémentaires de la pratique, pour leur en donner des règles, & pour leur fournir des instrumens nouveaux, ainsi que pour en montrer les usages, ou rendre meilleurs ceux qu'ils avoient auparavant.

M. le Chevalier de Bory, Chef d'Escadre dans la Marine Françoise, & de l'Académie des Sciences de Paris, est un des derniers que je sache qui ait publié en France un Traité sur les Octants Anglois. Ce Livre a paru en 1751 ; & le dernier qui ait été donné en Angleterre, a été publié en 1771, par

M. Ludlam, Savant Anglois, déjà connu du Public par d'autres Ouvrages estimés. C'est d'après ces deux Auteurs, & d'après plusieurs autres (1) qui les ont devancé, que j'ai entrepris de nouvelles recherches dans ce même genre : & si je m'en rapporte au témoignage de personnes instruites, je puis me flatter d'avoir ajouté aux connoissances anciennes quelques idées nouvelles. Je m'étois proposé de publier dans un de mes voyages à Paris une esquisse de mes idées sur les nouveaux Instrumens de ma Construction ( parce que je n'étois pas satisfait de celle qui en avoit déjà paru dans un Ouvrage périodique ), & d'y ajouter un petit Précis sur les usages des Octants & Sextants ordinaires, pour en faire présent à mes amis & aux amateurs de l'Art Nautique. En effet, je me suis mis cet hyver à portée d'exécuter mon projet ; & j'ai commencé mon travail par former une suite d'articles dans lesquels j'ai arrangé mes idées, afin d'abrégier le discours, en faisant de fréquens renvois. Je faisois imprimer à mesure que je composois, pour me hâter de retourner à Londres où je suis fixé depuis plusieurs années, & par des liaisons d'amitié avec plusieurs gens de Lettres, & peut-être encore plus par la grande analogie que je trouve entre le caractère de cette Nation & le mien. Mais je me suis bientôt apperçu qu'il ne m'étoit pas possible de me renfermer dans les bornes que je m'étois prescrites ; mon travail fut augmenté peu à peu sans le vouloir ; & comme il étoit fréquemment interrompu, il me survenoit fort souvent de nouvelles idées que je croyois avantageux de faire connoître. Quelquefois elles appartennoient à des articles que j'avois déjà

---

(1) Je ne dois pas omettre le nom de feu D. George Juan, Commandant des Gardes de la Marine d'Espagne, de la Société Royale de Londres ; &c. qui a savamment traité des Octants Anglois, dans l'Ouvrage qu'on trouvera cité dans la Note 66, page 144 de ce Traité.

traité, & qui étoient imprimés. Cela m'a forcé à des redites, ou à des renvois, & à réparer les omissions de ceux-ci par des Notes que j'ai réunies à la fin de l'Ouvrage, avec d'autres idées ou explications que j'avois écartées du discours, pour ne pas détourner l'attention du Lecteur par des objets d'une moindre conséquence.

Cependant, malgré les imperfections qu'entraîne nécessairement cette manière de travailler; &, malgré les fautes de style inévitables de la part d'une personne qui écrit dans une langue qui ne lui est pas familière, j'ai lieu d'espérer que ce Traité fera utile à beaucoup de Navigateurs, pour lesquels j'avoue que je m'intéresse vivement, soit par mon goût particulier, soit par une inclination que j'ai hérité de ma famille, & qui a rendu célèbre un de mes Ancêtres.

Animé du seul desir d'être utile aux Navigateurs, j'ai employé tous les moyens que j'ai cru nécessaires pour leur procurer les résultats vrais & exacts de leurs observations.

Mon but a été de mettre à la portée des Marins la Construction & les usages des Octants & Sextants à réflexion qui, de l'aveu de tous les connoisseurs, sont les meilleurs, & même les seuls instrumens sur lesquels on puisse compter, pour observer les Astres, & pour prendre toutes sortes de distances angulaires sur Mer. On peut encore tirer de fort grands avantages de ces Instrumens pour les observations sur Terre, comme je l'ai indiqué en peu de mots à la fin de ce Traité.

Mais ce n'est pas par de simples regles & procédés, comme ceux qu'on donne ordinairement, que j'ai voulu traiter mon sujet. J'ai tâché de mettre les Observateurs ordinaires en état d'entendre clairement les opérations que je conseille, & d'agir avec connoissance de cause; j'y ai indiqué les principes les plus simples de la Théorie, qui fait la base de la construc-

tion de ces instrumens & des opérations de pratique auxquelles ils sont employés.

J'ai ajouté douze, ou treize Tables à ce Traité, dont quelques-unes n'ont jamais été imprimées, outre un bon nombre de figures que j'ai fait graver en trois planches. Je suis entré dans tous les détails nécessaires, & j'ai averti de toutes les attentions qu'il faut employer dans les opérations de ce genre. On néglige ordinairement de compter même les secondes, lorsqu'on calcule ces observations; mais j'ai cru devoir les employer dans les exemples que j'en donne, pour faire sentir aux Marins à combien d'erreurs & de dangers cette omission peut les conduire; car les suites peuvent devenir d'une grande conséquence, lorsque ces petites quantités sont ajoutées à plusieurs autres qui nécessairement échappent à l'attention, & même à la connoissance des plus Savans. Enfin j'ai terminé ce Traité par la description abrégée de mon *Double-Sextant nouveau*, qui me paroît être l'instrument le plus avantageux qu'on ait connu jusqu'à présent. Elle s'y trouve assez détaillée pour en comprendre aisément la construction & les usages, qui, pour le fond, sont déjà expliqués dans le Traité qui précède.

Au reste, si quelqu'un trouve dans ce petit Ouvrage des méprises ou des erreurs qui puissent être préjudiciables dans la pratique, & veut bien m'en faire part, je recevrai son avis avec reconnoissance, & j'en ferai usage dans une seconde édition. Mais je ne répondrai jamais que par le mépris à la satire qui sera dictée par l'intérêt ou par la mauvaise humeur. Mon seul but, je le répète, a été d'être utile: & si je le suis, ne fut-ce qu'à un fort petit nombre de mes semblables (ce dont je ne puis pas douter) je serai satisfait, & dirai aux Censeurs;

*Si quid novisti rectius istis  
Candidus imperti: si non, . . . . .*

TABLE



# TABLE SOMMAIRE

## DE CE TRAITÉ.

### SECTION PREMIERE.

*Mémoire sur la Construction des Octants & Sextants Anglois.*

**A**VANTAGES des Instrumens à réflexion : Octant du Chevalier Newton, publié par M. Hadley : Octants de M. de Fouchy, & autres instrumens de ce genre, n°. 1 & suiv. page 1. On peut voir ces objets plus détaillés dans le n°. 55, page 20; note D, page 113; n°. 364, page 112; & note kk, page 156. Premier Inventeur de ces Instrumens à réflexion, note A, page 117.

Avantages de la nouvelle Construction, n°. 5, page 3 & suiv. En quoi elle consiste, n°. 7, page 3; & note D, page 119. Méthode-pratique pour l'exécuter, n°. 144, page 41.

Théorie générale des Instrumens à réflexion, n°. 13, page 5; & note H, page 121 & suiv.

PROBLÈME I. Mesurer des angles plus grands que ceux marqués par le limbe de l'Instrument, n°. 14, page 5.

PROBLÈME II. Ajuster l'Instrument par un seul objet, pour observer par derrière, n°. 19, page 7.

PROBLÈME III. Déterminer la valeur précise du Limbe entier de l'Instrument, par un seul objet, n°. 24, page 9.

PROBLÈME IV. Déterminer ou vérifier la valeur des portions du Limbe, par un seul objet, n°. 27, page 10.

PROBLÈME V. Appliquer ces vérifications aux Quarts de Cercle astronomiques, n°. 32, page 11.

PROBLÈME VI. Diviser par cette méthode un Cercle donné, n°. 33, p. 11.

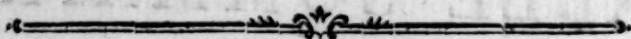
PROBLÈME VII. Simplifier la construction des Sextants nouveaux, n°. 34, page 12.

## TABLE SOMMAIRE.

PROBLÈME VIII. *Vérifier la valeur du Limbe des Sextants du Problème précédent*, n°. 39, page 14; & note T, page 132.

*Quelques Remarques sur cette nouvelle Construction*, n°. 44, page 15.

*Des premiers Instrumens qu'on a faits en ce genre*, note E, page 120; & note Q, page 131.



## SECTION II.

*Description des Octants & Sextants Anglois.*

**P**ROPRIÉTÉS générales de ces Instrumens, n°. 55, page 20. *Théorie de leur construction*, note H, page 121.

*Description du corps ou assemblage des Octants & Sextants*, n°. 62, page 22.

*De l'Alidade ou Index de ces Instrumens*, n°. 65, page 22.

*Erreurs produites par l'excentricité de l'axe de l'alidade*, n°. 25, page 9; n°. 70, page 23; & note P, page 130.

*Du Limbe de ces Instrumens*, n°. 71, page 24.

*Du Nonius*, n°. 76, page 25. *Des variétés de cette subdivision*, note W, page 136. *Sur la dénomination du Nonius*, note O, page 130. *D'une autre espèce de subdivision*, par M. de Fouchy, note X, page 139.

*Du Miroir de l'Alidade*, n°. 80, page 26. *Des plus grands angles donnés par les Miroirs dans ces Instrumens*, note J, page 127.

*Des Miroirs horizontaux*, n°. 85 & suiv. page 27. *Disposition de ces miroirs dans la nouvelle Construction*, n°. 97, page 29.

*Dimension, étamage & choix des Miroirs*, n°. 100 & suiv. page 30.

*Des Pinnules simples à tube, & à Lunette*, n°. 112 & suiv. page 33.

*De la Lunette*, n°. 117, page 34; n°. 162, page 47; note Y, p. 140.

*Des Verres obscurs. Méthode pour les éprouver, & pour y suppléer*, n°. 121, page 35, n°. 175, page 52.

*Des Mires ou pièces directrices, lorsqu'on n'emploie pas une Lunette*, n°. 130 & suiv. p. 37.

*Disposition des parties de ces Instrumens*, n°. 133, page 38 & suiv.

## TABLE SOMMAIRE.

xi

### SECTION III.

*De la Rectification ou vérification de ces Instrumens à réflexion.*

**R**ECTIFICATION du miroir de l'alidade, & de son axe, n°. 148, page 42; note *ee*, page 147 & suiv.

- des Miroirs horizontaux, n°. 155 & suiv. page 44; note *mm*, p. 159.
- du Limbe & de ses divisions, n°. 24, page 9; n°. 27, page 10; n°. 163 & suiv. page 47; note *ee*, n°. 9, page 149.
- du parallélisme de la Lunette au plan de l'Instrument, n°. 158 & suiv. page 45.

Vérification des Angles donnés par l'Instrument, n°. 163, page 47; note *V*, page 134.

### SECTION IV.

*Des Observations par devant.*

**I**NSTRUCTIONS & avis pour faire les observations, n°. 166 & suiv. page 49.

De l'ajustement préparatoire avant l'observation, n°. 180 & suiv. page 52.

Méthode de quelques Observateurs, en usant de la lunette, pour faire cet ajustement, note *mm*, page 159.

Observer la hauteur du Soleil ou d'un autre Astre sur Mer, n°. 190, page 55.

Corrections des observations par devant, n°. 191, page 55, note *ff*, page 149.

De l'erreur de l'Alidade, n°. 192, page 55; & note *hh*, page 153.

De la dépression de l'Horison, n°. 198, page 57; n°. 217, page 63; note *mm*, page 159; note *dd*, page 147. Table I de ces dépressions, page 163.

De la vraie dépression de l'Horison, n°. 220, page 63.

Correction des demi-diamètres des Astres, n°. 200, page 58. Mesurer le diamètre des Astres, n°. 209, page 60. Table II des demi-diamètres du Soleil, page 163. Table VI de l'augmentation des diamètres de la Lune à différentes hauteurs, page 166.

## TABLE SOMMAIRE.

- De la Réfraction & Parallaxe*, n°. 202 & suiv. page 58. *Table III des Réfractions moyennes*, page 164. *Table V des Parallaxes de hauteur de la Lune*, page 165. *Effets de la Réfraction & de la Parallaxe expliqués* note cc, page 144.
- Trouver la Réfraction actuelle sur Mer*, n°. 223, page 64; note jj, page 155.
- Correction de la Déviation*, n°. 206, page 60. *Théorie & démonstration de cette correction, avec une recherche analytique de ce Problème*, note bb, page 141; que cette Correction avoit été indiquée par M. Hadley, note aa, page 141.
- Correction de l'erreur du limbe*, n°. 208, page 60; note hh, page 153.
- Mesurer l'intervalle entre les fils de la Lunette*, n°. 214, page 61; note mm, n°. 2, page 159.
- Pratique de l'observation des Angles plus grands que ceux donnés par le limbe de l'Instrument*, n°. 225, page 65; note ee, n°. 6 & suiv. page 149.
- Nouvelle méthode d'observer par devant avec plus d'exaëtitude, sans avoir besoin de l'ajustement ordinaire*, n°. 361 & suiv. page 111; note U, page 133.
- Quelques instructions pour mesurer par devant toutes sortes de distances angulaires*, n°. 232, page 66.
- Méthode pour observer sur Mer dans quelques circonstances la hauteur des Astres, lors même que l'Horison sensible se trouve couvert par quelque nuage ou brouillard*, note ll, page 157.
- Corriger ou faire évanouir la Parallaxe des angles entre les objets peu éloignés, observés par devant avec ces Instrumens*, note H, n°. 18 & suiv. page 125.
- Exemples de cinq observations par devant, & leur calcul*, n°. 237, page 67 & suiv.

## SECTION V.

*Des Observations par derriere.*

- D**E l'importance de ces Observations, n°. 238 & suiv. page 71.
- Méthode premiere de l'ajustement de l'Instrument, pour observer par derriere*, n°. 241, page 72.
- Seconde Méthode*, n°. 246, page 73.

# TABLE SOMMAIRE.

xij

- Troisième Méthode*, n°. 249, page 74.
- Quatrième Méthode*, par un seul objet, n°. 252, page 75.
- Cinquième Méthode*, par un seul objet, n°. 255, page 76.
- Sixième Méthode*, par un seul objet, n°. 257, page 76.
- Pratique des Observations par derrière*, n°. 261, page 78.
- Manière de faire évanouir ou corriger la Parallaxe des Angles observés par derrière entre des objets peu éloignés*, note H, n°. 20 & suiv. page 125.
- Corrections des Angles de distance supplémentaire*, n°. 262 & suiv. p. 78. note ff, page 149; note hh, page 153.
- Corrections des Angles de hauteur, observés par derrière*, n°. 270, page 79. Voyez aussi la note ff, page 149; & la note hh, page 153.
- Exemple de cinq Observations par derrière, & leur calcul*, n°. 271. p. 80 & suiv.
- Réduire les Hauteurs observées en Distances au Zénith*, n°. 272, p. 83.
- De la Déclinaison des Astres, & sa Dénomination*, n°. 274, page 84.
- De la Déclinaison des Etoiles*, n°. 276, page 84. Table VII de la Déclinaison des Etoiles de la première & seconde grandeur, page 167.
- Usage de cette Table*, note oo, n°. 5, page 161.
- De la Déclinaison du Soleil*, n°. 277, pag. 84. Tables de la Déclinaison du Soleil pour 1775 & les années suivantes, page 168 & suiv. Table XII des Corrections pour étendre ces Tables jusqu'à la fin de ce siècle, page 172. Usage de cette dernière Table, note oo, page 160.
- Regles pour déduire la Latitude d'après les observations de hauteur*, n°. 282 & suiv. page 85. Application de ces regles aux exemples précédens, n°. 287, page 86.
- Instructions & avis pour faire les observations de la distance de la Lune au Soleil & aux Etoiles, pour en déduire la Longitude sur Mer*, n°. 290 & suiv. page 88. Instrument pour résoudre par la Règle & le Compas, le Problème des Réfractions & Parallaxes dans ces Observations, n°. 298, page 90.
- Méthode de M. le Chevalier de Borda, pour calculer ces observations*, n°. 309 & suiv. page 94.
- Trouver l'heure du vaisseau par une hauteur (en connoissant la Latitude) par la méthode du même Académicien*, n°. 322, page 99.
- D'autres observations à faire sur Mer avec ces Instrumens*, n°. 323, page 100.

## SECTION VI.

*Application de ces Instrumens aux Observations sur Terre.*

- O**BSERVER la hauteur des Astres, n°. 325, page 101.  
 De l'Horison artificiel fait avec de l'eau, ou avec du mercure, n°. 327, page 101.  
 De l'Horison artificiel à Miroir, n°. 333, page 102.  
 Des Niveaux circulaires à bulle d'air, n°. 334, page 102. Voyez l'addition au n°. 347, page 174.  
 D'un A-plomb nouveau de Réflexion, n°. 335, page 103.  
 Pratique des Observations de hauteur sur l'Horison artificiel, n°. 338, page 104. Règle pour les Corrections de ces Observations, n°. 344, page 105. Théorie de cette pratique, note gg, page 153.  
 Exemple d'une de ces Observations, n°. 245, page 105.  
 Observer des Hauteurs correspondantes avec ces Instrumens, n°. 349, page 106.  
 Usage très-commode de ces Instrumens, pour observer les Comètes, n°. 357, page 109.  
 Application de ces Instrumens à l'Arpentage & à d'autres observations terrestres, n°. 359, page 110.

## APPENDIX

**C**ONTENANT la description & avantages du Double-Sextant nouveau, n°. 361 & suiv. page 111.

## QUELQUES NOTES

*Sur des objets moins liés avec les précédens.*

- A**VERTISSEMENT sur les Notes de ce Traité, page 117.  
 Jugement des inventions & découvertes nouvelles, note F, page 121.  
 Construction d'un Instrument nouveau de l'Auteur, pour mesurer des distances inaccessibles, note ll, n°. 3, page 157.  
 Additions à désirer dans les Ephémérides Astronomiques, note pp, p. 161.

# TABLE SOMMAIRE.

xv

*Avantage des nouvelles Méthodes analytiques pour les Calculs astronomiques, note 99, page 162.*

*De la différente Orthographe du Détroit de Magellan, note C, page 119.*  
Fin de la Table.

*Nota.* On trouvera à la fin de cet Ouvrage, page 173, la Table des *Corrections & Additions* auxquelles il faudra avoir égard; & on verra dans la Préface pourquoi il y en a un si grand nombre dans cette édition.

## EXTRAIT des Registres de l'Académie Royale des Sciences de Paris.

Du 29 Avril 1725.

Nous avons examiné, par ordre de l'Académie, un *Ouvrage sur les Octants & Sextants Anglois*, que M. de Magellan, de la Société Royale de Londres, & Correspondant de notre Académie, se propose de publier. Les Octants & Sextants à réflexion dont on se sert à la Mer, pour mesurer les hauteurs des Astres, & leurs distances entr'eux, sont une des inventions les plus ingénieuses & les plus utiles que l'on connoisse. C'est à l'usage de ces Instrumens que la Navigation doit les progrès remarquables qu'elle a fait dans ces dernières années. Les travaux des anciens Navigateurs étoient, pour ainsi dire, en pure perte, pour la postérité, parce qu'ils ne déterminoient que d'une manière très-imparfaite les Terres qu'ils découvroient; & qu'il étoit souvent aussi difficile de les retrouver, qu'il l'avoit été de les découvrir. Maintenant tous les pas que l'on fait vers la connoissance du Globe, sont beaucoup plus assurés, & ils le deviendront encore davantage, à mesure qu'on perfectionnera les Instrumens à réflexion. Heureusement il regne à ce sujet, depuis quelque temps, une grande émulation parmi les Savans & les Artistes qui travaillent à l'envi, soit à donner une disposition plus avantageuse aux pièces qui composent ces Instrumens, soit à imaginer des moyens d'exécution plus sûrs & plus exacts. M. de Magellan s'est déjà distingué dans les recherches du premier genre. L'Académie connoit une nouvelle construction des Octants & Sextants de son invention qui lui a été présentée il y a deux ans, & qui a mérité son approbation.

L'Ouvrage dont nous rendons compte aujourd'hui contient premièrement une Description détaillée de ces mêmes Instrumens. Secondement, des méthodes pour vérifier en général les différentes pièces des Instrumens à réflexion, & celles d'en conclure les Latitudes & les Longitudes; enfin la description d'un nouveau *Double-Sextant*.

Nous ne parlerons point ici de la première Partie de l'Ouvrage qui

traite du nouvel Octant & Sextant déjà connus de l'Académie. Nous sousscrivons seulement aux éloges qu'en ont fait les Commissaires chargés de les examiner. Dans les deux Parties qui suivent, l'Auteur se propose d'instruire les Marins de tout ce qui a rapport aux Instrumens à réflexion : il en fait d'abord une description détaillée : il explique la construction & l'usage de chaque pièce : il donne des manières simples & faciles de vérifier la position des miroirs & le parallélisme de leurs surfaces, & de reconnoître si l'axe de la lunette est parallèle au plan du limbe : enfin il ne laisse échapper rien de ce qui peut donner à l'Observateur une connoissance entière de son Instrument ; delà il passe à la manière de faire les observations. Il donne tous les moyens de pratique qui peuvent les rendre exactes. Et, après être entré dans tous les détails que la matière exige, il donne des méthodes pour les calculer. L'Auteur, qui s'est proposé principalement d'instruire des Observateurs qu'il suppose peu versés dans la science de l'Astronomie, ne craint point d'expliquer toutes les opérations avec beaucoup d'étendue. Par-là son Ouvrage devient d'une utilité plus générale. Les Marins, encore peu instruits, y apprennent les élémens de l'Art ; & ceux qui ont plus de connoissances, y en acquièrent de nouvelles.

Le Double-Sextant, que l'Auteur décrit dans un Appendix qu'il a ajouté à son Ouvrage, a quelque rapport avec un Instrument présenté par l'un de nous à l'Académie, le 5 Février 1774. Mais il paroît que M. de Magellan avoit eu les mêmes idées séparément, & sans communication. Au reste nous n'oserions prononcer sur le mérite de ce nouvel Instrument ; & nous attendrons que l'expérience en ait décidé.

D'après le Rapport que nous venons de faire, nous pensons que l'Ouvrage de M. de Magellan peut être d'une grande utilité pour la Marine, & qu'il mérite, par l'importance de son objet & par la manière dont il est traité, l'approbation & les éloges de l'Académie ; & qu'il peut être imprimé sous son Privilege. Fait à l'Assemblée, le 29 Avril 1775.

Signé, le Chevalier DE BORDA, BORY, BEZOUT.

J'en certifie l'Extrait ci-dessus conforme à l'original, & au jugement de l'Académie. A Paris, le premier Mai 1775,

GRAND-JEAN DE FOUCHY,  
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale  
des Sciences.

*Nota. Le Privilege se trouve en entier dans les volumes des Mémoires de l'Académie Royale des Sciences.*

#### AVIS AU RELIEUR.

Il y a sept Cartons à placer ; savoir, page 5, 11, 69, 79, 81, 105 & 49. Ce dernier sera ôté de la feuille G ; & le reste de cette feuille sera rebuté. Les trois planches seront mises à la fin de l'Ouvrage, page 174.

#### DESCRIPTION



M E M O I R E  
SUR LA NOUVELLE CONSTRUCTION  
DES QUARTS DE CERCLE A RÉFLECTION.

*Connus sous le nom d'Octants & Sextants Anglois ;  
Inventée par l'Auteur.*

1. **D**E tous les instrumens qu'on connoît pour faire des observations sur Mer, les Quarts de cercle à réflexion, connus sous le nom d'*octants & sextants Anglois*, sont les seuls sur lesquels on puisse compter, pour prendre les hauteurs des astres & leurs distances respectives, afin de déterminer avec assez de précision les latitudes ; & même pour obtenir les longitudes jusqu'à un point presque suffisant dans la pratique de la Navigation. La supériorité de ces instrumens sur tous les autres qu'on employoit auparavant, est si reconnue de toute l'Europe, à l'exception de quelques Navigateurs dont les connoissances ne vont pas au-delà de la vieille routine, que ce seroit abuser du temps & de la patience des Lecteurs, si je m'arrêtois à le prouver. Ces instrumens sont également très-avantageux pour observer sur terre, & prendre toutes sortes de distances angulaires entre différens objets ; ce qui les rend également précieux à l'Astronome qui voyage, au Géographe, & à l'Arpenteur. Il est facile de se procurer ces instrumens, dont le prix est assez modique ; on les transporte sans peine, & on s'en sert plus commodément que des Quarts de Cercle astronomiques deux fois plus petits.

2. M. Hadley, savant Anglois, & Vice-Président de la Société Royale de Londres, fut le premier qui publia, dans les Transactions philosophiques de la même Société, en 1731, la construction de ces instrumens, qui portent encore aujourd'hui son nom en Angleterre. Il y donna deux manieres de les construire, un peu différentes l'une de l'autre, quoique fondées sur les mêmes principes. On trouva onze ans après, dans les papiers du Docteur Halley, un écrit de la propre main du Chevalier Newton, contenant la description d'un instrument semblable au

## 2 NOUVELLE CONSTRUCTION

premier des deux qu'avoit décrits M. Hadley ; qui peut-être n'en avoit jamais eu aucune notion. Ce fait est inséré dans les mêmes *Transact. philosoph.* année 1742 , n°. 465 (1) (A) ; & il est bon de remarquer que M. de Fouchy , actuellement Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences de Paris , dont le caractère est au-dessus de tout soupçon , inventa aussi un instrument à-peu-près semblable , en 1732 , sans avoir aucune idée de celui du Chevalier Newton , qui réellement ne fut publié que dix ans après , ni de la publication que M. Hadley en avoit faite dans l'année précédente en Angleterre. Dans la suite , ce Savant inventa un autre octant bien supérieur au premier , où il a corrigé quelques défauts , & qu'il a perfectionné par des applications & par des pièces fort ingénieuses , dont il donna la description dans les *Mémoires de la même Académie* , pour l'année 1740 (B).

3. Avant le second octant de M. de Fouchy , il y en avoit eu deux autres , ainsi qu'il le dit lui-même , indépendamment de ceux de M. Hadley. Un de ces octants étoit de M. Caleb Smith. Cet instrument portoit un prisme triangulaire au lieu du miroir ; & l'on peut en voir une description assez détaillée dans le *Recueil des Observations* du P. Pezenas , faites à Marseille , édition d'Avignon , 1755 , ainsi que dans son *Astronomie des Marins*. L'autre octant portoit un niveau à bulle d'air , & avoit été inventé par M. Elton ; il étoit fort différent des autres. On en trouve la description dans les mêmes *Transactions philosophiques* de 1732 , n°. 423 ; & dans l'Appendix de M. Stone à l'Ouvrage de Bion sur les instrumens de Mathématique , qu'il traduisit en Anglois , p. 274 de l'édition de 1758. Mais le Public n'adopta dans la suite que le second instrument de M. Hadley. A la vérité ce fut avec une lenteur bien peu digne de l'importance de l'objet , que les Marins se déterminèrent à secouer les préjugés qui les tenoient attachés à leurs vieilles fleches ou arbalétrilles , & à d'autres instrumens anciens , également défectueux.

4. Cependant , quoique le nouvel Octant , connu sous le nom de M. Hadley , fût devenu l'objet des attentions & des recherches de plusieurs Savans & d'autres personnes fort ingénieuses , pendant plus de quarante ans qui se sont écoulés depuis sa publication ; on peut dire néanmoins qu'on n'a fait encore aucun changement assez considérable dans les parties essentielles de cette construction , ni dont les résultats produisissent aucunes propriétés nouvelles d'une assez grande conséquence. Les travaux de ces grands Hommes auroient pu me décourager , si je n'avois su que nous sommes redevables au hasard d'un assez grand nombre de découvertes fort utiles.

Ainsi , sans crainte d'être accusé d'une vaine présomption , on peut , &

(1) Voyez la Note (A) à la fin de ce *Traité*. On renvoie ainsi toutes les notes afin de ne point interrompre la suite des idées.

## DES OCTANTS, &c.

5

même on doit se porter à la recherche des mêmes objets, où l'on a vu échouer des talens fort supérieurs. Autrement, presque toutes les découvertes, sans en excepter celle du Détroit qui porte le nom de ma famille (C), dans l'Amérique méridionale, ne devraient être mises qu'au nombre des témérités absurdes.

5. La nouvelle construction que j'ai imaginée des Quarts de cercle à réflexion, ou, pour le dire autrement, le changement que j'ai fait dans leur construction ordinaire, renferme, si je ne me trompe, les plus grands avantages. Peut-être l'amour-propre m'en impose; mais quelle que soit l'opinion que j'ai de mes découvertes, elle ne changera rien à leur fonds; elle pourra seulement piquer la curiosité du Public, & les faire soumettre à un plus sérieux examen. En effet, l'impartialité de son jugement, & le succès de la pratique seront les meilleurs garants du vrai mérite de cette invention.

6. Un des plus grands avantages de cette construction est, selon moi, que les Observateurs pourront être désormais à l'abri des erreurs, maladroites & méprises des Artistes, aussi bien que des dérangemens qui pourroient, par quelque cause accidentelle, survenir à cet instrument, pourvu qu'ils veuillent se donner la peine de l'examiner: ce qu'ils feront à même de faire tant sur mer, que sur terre; car ces instrumens portent en eux mêmes leur propre rectification.

Il semble que cette circonstance est une des plus désirables pour toutes sortes d'instrumens, mais particulièrement pour ceux dont on fait usage sur mer, où l'Observateur manque des moyens nécessaires pour y suppléer. Outre cela, cette méthode rend beaucoup plus étendue l'application de ces instrumens, quand on veut prendre des angles plus grands que ne le permet leur limbe, suivant la construction ordinaire; de façon qu'un Octant dont le limbe est seulement de quarante-cinq degrés, qui valent quatre-vingt-dix par la réflexion des rayons visuels, peut servir, étant construit suivant ma méthode, pour observer par-devant des angles au-delà de cent vingt degrés. On peut les rectifier exactement par un seul objet, pour observer par derrière, sans aucune dépendance des deux parties opposées de l'horison, comme à l'ordinaire. Enfin on verra par les problèmes suivans, que cette invention fournit d'autres avantages assez considérables, qu'on n'obtenoit point auparavant avec ces instrumens.

7. L'essentiel de cette construction consiste à disposer les miroirs horizontaux de l'instrument, de façon qu'ils puissent tourner sur un axe commun, & à déterminer l'angle de leur inclinaison respective, par le moyen de leur parallélisme avec le miroir de l'Index ou Alidade, en se servant des mêmes divisions du limbe de l'instrument (D).

## 4 NOUVELLE CONSTRUCTION

8. On peut donner cette construction aux Octants & Sextants marins en différentes manieres, comme on le montrera dans la suite; mais je commencerai par celle qui est représentée dans la *Figure 2*, *Planche 1*; elle me paroît la plus commode pour faciliter l'intelligence de ses propriétés, & elle les contient toutes ensemble. C'est un instrument de cette construction, que j'ai présenté à l'Académie Royale des Sciences de Paris (*E*), avec un petit précis des avantages qui en résultent, dont un rapport honorable (*F*) fut fait le 20 Janvier 1773 à la même Académie, par Messieurs Lemonnier & le Chevalier de Bory, qu'elle avoit nommé Commissaires pour cet objet.

9. La figure 2 représente un de ces Octants nouveaux. A est le miroir horizontal qui sert pour observer, ayant le dos tourné à un des objets, ou, comme on le dit, pour observer par derrière. Ce miroir est fixé sur le cercle ZP, qui peut être arrêté à volonté sur chaque point de sa périphérie par l'agraffe à double charniere marquée X: laquelle paroît sous une échelle plus grande dans la figure 3 (*G*).

10. B est un miroir pareil, qui sert à observer par devant. Il est fixé au bout de la plaque ou bras BA (voyez la *Figure 3*) qui peut tourner autour de l'axe, ou centre A: & on l'arrête lorsqu'on le veut, par une vis ou agraffe, sur le cercle ZP. Le troisieme miroir C est tout-à-fait semblable au second B: il peut cependant être omis dans cette construction; car il n'y est pas absolument nécessaire, comme on le verra bientôt. Le cercle ZP doit être élevé ou surbaissé tant soit peu sur le plan de l'instrument, afin que l'alidade NM ne soit pas arrêtée par la partie P, lorsqu'on l'amene au bout R des divisions du limbe. La figure 3 représente ce même cercle séparément, & sur une échelle plus grande, avec les deux bras dont je viens de parler.

11. La figure 1 représente un autre Octant, dont la construction peut paroître plus simple; car les miroirs B & C y sont simplement arrêtés sur le cercle ZP, aussi bien que le miroir A; & on peut les ôter ou les remettre à volonté dans les coulisses, qu'on y voit marquées par des points. La figure 4 montre un Sextant, construit par la même méthode. Chaque miroir horizontal, ou sa coulisse, doit être garni d'un petit levier ou d'une vis sans fin, comme à l'ordinaire, pour pouvoir l'ajuster comme il faut. Et, pour ce qui regarde les autres pieces, on les suppose telles qu'on les pratique dans les autres instrumens de ce genre.

12. Cependant il est bon d'avertir, que la forme & les proportions respectives des pieces de ces instrumens s'arrangent beaucoup mieux dans la pratique, qu'elles ne sont représentées par les figures; car on les réduit, & on les dispose alors selon les dimensions & les distances respec-

tives les plus convenables : & pour éviter les incidences trop obliques des rayons sur les miroirs, on donne quelquefois à celui de l'alidade, une direction différente de la ligne *N M*. Mais j'abandonne tous ces détails à l'habileté de Artistes ; ne voulant m'occuper pour le présent, qu'à représenter ici le plus distinctement qu'il me sera possible, les propriétés essentielles de ces nouveaux instrumens.

13. Les Problèmes suivans, montreront les avantages de cette construction. On ne les avoit jamais résolu par aucun instrument connu jusqu'à présent ; & leur résolution ne dépend d'aucune autre théorie que de celle si généralement connue, qui sert de base à la construction des Octants & Sextants marins ; savoir : que les rayons de lumière, réfléchis par deux miroirs plans, parallèles l'un à l'autre, continuent dans la même direction qu'ils avoient auparavant. Mais, si les miroirs ne sont point parallèles, pour lors la direction des rayons réfléchis fera un angle double de celui de l'inclinaison des deux miroirs, avec la première direction. On peut voir ces principes détaillés, & démontrés selon les loix de la Catoptrique en différents ouvrages ; particulièrement dans le Chapitre 12 du Livre 3 de l'Optique de Smith, traduite de l'Anglois, par le P. Pezenas ; & dans le Mémoire Anglois de M. Hadley cité ci-dessus, publié dans le n°. 420 déjà cité, des Transactions Philosophiques de Londres, année 1731 ; ou dans leur Abrégé par Eames & Martin, vol. 6, pag. 139. Enfin j'en donnerai aussi une autre Démonstration dans la note H, que je crois, sera plus à la portée de tout le monde.

## PROBLÈME PREMIER.

*Mettre, par un seul objet, l'Octant ou Sextant nouveau en état de mesurer des angles plus grands que la valeur du limbe.*

## SOLUTION.

14. Mettez les miroirs *A* & *C* (fig. 2, Pl. 1) parallèles au miroir *N*, ayant l'index ou alidade au 0° du limbe, par la méthode connue de voir un objet, par exemple le soleil, la lune, une étoile &c. vu par des rayons directs, à travers la partie diaphane du miroir *A* ou *C*, en coincidence avec sa propre image, formée par des rayons réfléchis de *N* en *A* ou *C*. Les lettres *K, Q, T, H, E, F, G* dans les fig. de ces instrumens, Planche I & II, montrent les endroits où l'œil de l'Observateur doit être, pour viser à l'objet, selon les différentes positions des miroirs.

Menez ensuite l'alidade au 0 deg. & faites le miroir *B* parallèle à *N*, par la même méthode de la coincidence ci-dessus : pour lors les deux miroirs *A* & *C*, feront un angle de 45 degrés avec *B* : c'est-à-dire, l'angle de l'intersection de leurs plans avec celui du miroir *B*, sera de

45 degrés. Car on fait bien que le limbe des Octants marins n'a que 45 degrés (n°. 71 ci-dessous) ; quoiqu'effectivement on y mesure jusqu'à 90 degrés, à cause de la réflexion de l'image d'un des deux objets. Voyez la note H n°. 11.

Ramenez l'alidade à  $0^{\circ}$ , & tournez le cercle  $ZP$ , sans toucher aucunement à ces miroirs, jusqu'à ce que  $B$ , arrivant en  $I$ , devienne parallèle à  $N$ ; ce que vous reconnoîtrez par la coïncidence du même objet avec son image. Dans ce cas, les miroirs  $A$  &  $C$  auront tourné 45 degrés : & seroient parallèles à  $N$ , si l'alidade avoit reculé jusqu'à  $WN$ , c'est-à-dire  $45^{\circ}$ . Par conséquent, si l'on regarde par la pinnule  $H$ , on pourra observer des angles au-delà de  $90^{\circ}$  sur le miroir  $C$  qui sera pour lors en  $V$  (fig. 2) : & dans le même tems on pourra observer les angles au-dessous de 90 degrés, sur le miroir  $B$ , qui se trouve pour lors en  $I$  : de façon qu'on mesurera par devant, avec cet instrument, des angles beaucoup plus grands que la valeur de son limbe.

15. On a trouvé par expérience, qu'on peut bien mesurer des angles de  $150^{\circ}$  & même plus, en observant par devant avec ces instrumens. Peut-être les Observateurs peu habiles y trouveront quelque difficulté. En effet il y en a qui, sans avoir reçu de la Nature aucune disposition pour la pratique des Observations Astronomiques, osent avancer qu'on peut à peine observer avec les Sextants des angles de  $120^{\circ}$ ; & qu'il est à plus forte raison très-difficile d'observer ceux qui les excèdent; quoique tout le monde soit à portée de vérifier le contraire. Voyez la Note J.

16. Si l'Octant est construit comme on le voit dans la fig. 1, on mettra le miroir  $A$ , ou  $B$ , dans la coulisse  $C$ , en la tournant un peu, pour que le rayon réfléchi de ce miroir, puisse tomber en  $Q$ . On fera l'autre miroir parallèle à celui  $N$ , ayant l'alidade à 90 degrés. Après cela on amènera la même alidade à zero degré : on rendra le miroir  $A$ , ou le miroir  $B$ , parallèle à celui  $N$  de l'alidade, en faisant tourner le cercle  $ZP$  autant qu'il sera nécessaire. Dans ce cas le miroir  $C$  se trouvera en  $V$ ; & seroit parallèle au miroir  $N$  de l'index, ou alidade, si on la reculoit de 45 degrés au-delà du zero degré, c'est-à-dire dans la direction  $NW$ .

17. Si l'on fait usage d'un Sextant au lieu de l'Octant, il suffit de prendre pour lors 60 degrés du limbe dans la première opération. Car les  $30^{\circ}$  de leur valeur réelle, avec les  $60^{\circ}$  de celle du limbe entier, font  $90^{\circ}$ , comme ci-dessus. Mais en général il n'est pas nécessaire de prendre au-delà du nombre de degrés qu'on peut observer commodément sur l'instrument : & par conséquent, c'est assez de mettre l'index à

## DES OCTANTS, &c.

soixante ou soixante-dix degrés dans la première position sur les Octants; & trente ou quarante degrés dans celle des Sextants.

18. Un grand avantage de cette méthode est celui de rectifier dans le même temps le parallélisme du mouvement des miroirs, à l'égard du plan de l'instrument, c'est-à-dire, le parallélisme de ce plan avec celui des rayons directs & réfléchis, moyennant les deux positions différentes du miroir horizontal & de celui de l'alidade; & les différentes distances de l'œil à l'égard des centres de ces miroirs. Voyez la note (K).

## PROBLÈME II.

*Ajuster le miroir A à angle droit avec le miroir N par un seul objet, afin de pouvoir observer, le dos tourné vers l'un des deux objets; ou, comme on l'exprime, pour observer par derrière.*

## SOLUTION.

19. Faites l'opération du problème précédent encore une fois, & alors le miroir A (Fig. II) aura tourné deux fois quarante-cinq degrés, c'est-à-dire fera un angle de quatre-vingt-dix degrés avec le miroir N, au bout de la seconde opération. Si l'octant est construit comme celui qui est représenté dans la figure première; aussi-tôt que le miroir B est en I, & qu'on le trouve parallèle à N avec l'alidade à  $0^{\circ}$ , on le remet dans la coulisse S qui se trouvera alors en B, pour faire la seconde opération, moyennant laquelle le miroir A aura reculé deux fois quarante-cinq degrés.

20. On fait bien les difficultés qu'on rencontre pour ajuster & rectifier ces instrumens par la méthode ordinaire, lorsqu'on veut faire une observation, le dos tourné vers un des objets; car il faut avoir les deux parties opposées de l'horizon bien nettes & distinctes, ce qui n'arrive pas toujours lorsqu'on en a besoin; & qui d'ailleurs n'est point praticable dans la nuit, lorsque ces observations sont les plus nécessaires pour mesurer les grandes distances de la lune aux étoiles, &c. C'est peut être la raison pourquoi on a si fort négligé jusqu'à présent cette manière d'observer. Je donnerai une autre méthode générale, qui est très-sûre & fort aisée pour faire cette même rectification après les derniers problèmes, n<sup>o</sup>. 52.

21. M. Dollond, Opticien célèbre de Londres, fort connu par ses lunettes achromatiques, avoit imaginé avant moi une autre méthode pour ajuster le même miroir horizontal, afin d'observer par derrière; & obtint un privilège exclusif pour faire les instrumens de cette construction. Voyez la Note (L).

Cette méthode consiste à mettre une espèce d'index ou queue au

miroir horizontal, destiné à cette observation. On l'arrête sur une marque faite exprès dans le corps de l'instrument. On l'y fait parallèle par la méthode connue de la coïncidence des deux images, ayant l'index à  $0^{\circ}$ ; & après cela on arrête cette queue, qui porte le miroir horizontal dans son centre, sur une autre marque faite par l'Artiste à la distance de  $90^{\circ}$  de la première. On en peut voir la description donnée par le même M. Dollond, dans le volume des Transactions philosophiques de Londres, année 1772. M. Maskelyne en avoit déjà parlé dans l'Appendix, de son Almanach Nautique pour 1774, qui parut avant ce volume des Transactions philosophiques; & en parle encore dans un Mémoire qui suit celui de M. Dollond, page 101 du même volume. Voici ses paroles :

22. *Par bonheur, dit M. Maskelyne, ce desideratum fut exécuté depuis peu par un ingénieux artifice inventé par M. Dollond . . . moyennant un index qu'il a ajouté au miroir de l'observation par derrière; de façon que les deux ajustemens peuvent être pratiqués par les mêmes observations, presque avec la même exactitude que ceux du miroir horizontal de devant.*

On voit par le mot *presque* ou *approchant* qui se trouve également dans l'appendix de l'Almanach Nautique, que l'exactitude de cette Méthode n'est qu'approchante, & pas aussi exacte comme celle de l'ajustement par devant. L'égard qui est dû à ce Monsieur, me porte non-seulement à adopter son opinion, mais à montrer les circonstances qui la rendent indubitable; car effectivement cette méthode nouvelle de rectifier le miroir en question, ne peut pas être aussi exacte comme celle pour ajuster l'autre miroir, sans les suppositions suivantes : 1°. Que l'Observateur puisse mettre la queue du miroir en question, précisément sur les deux marques que l'Artiste a faites sur l'instrument; 2°. que ces deux marques aient été mesurées exactement par un arc de quatre-vingt-dix degrés; 3°. que l'angle de cet arc tombe précisément dans le centre du mouvement de cette queue, (Voyez la Note du n°. 30 ci-dessous.) 4°. Que cette distance, qui est nécessairement prise entre, ou sur les deux bras de l'assemblage de l'instrument n'ait pas été autrement altérée par quelque accident, depuis que l'instrument a été achevé.

23. 5°. Que ces deux marques soient précisément dans le même plan de l'instrument, ou dans un autre qui lui soit parfaitement parallèle; 6°. enfin, que l'axe du mouvement de ce miroir soit parfaitement perpendiculaire au plan de l'instrument. Mais toutes ces circonstances sont telles que l'Observateur ne pourra pas s'en appercevoir, sans recourir à d'autres méthodes qui ne sont pas aisées pour tout le monde, si l'on en excepte un très-petit nombre; & outre cela, il est fort difficile, pour ne pas dire impossible, de les pratiquer toutes sur Mer pendant le jour, & encore moins pendant la nuit. Il suffit qu'il y manque une seule de ces six conditions, pour que l'ajustement soit erroné; au lieu que ma construction est affranchie,

## DES OCTANTS, &c.

chie des trois premières entièrement ; & si l'Observateur veut y faire attention, il s'appercvra sans peine s'il y manque quelqu'une des trois autres, pour la corriger. Voyez la Note (M).

### PROBLÈME III.

*Reconnoître, tant sur Mer que sur Terre la valeur de l'arc de l'instrument, en n'employant qu'un seul objet.*

#### SOLUTION.

24. Répétez trois fois le problème II, & le miroir A aura parcouru tous les trois cents soixante degrés du cercle entier. Si ce miroir se trouve, au bout de cette opération, parallèle au miroir N de l'index, la grandeur de l'arc, ou limbe, des divisions est exacte ; mais s'il y a quelque différence, on la divisera par huit, & le quotient ajouté ou retranché de quarante-cinq degrés, selon que la différence sera en plus ou en moins, donnera la valeur réelle de l'arc de l'Octant. Si c'est un Sextant qu'on examine, la révolution entière pourra être finie en six opérations, en prenant soixante degrés à chaque fois ; alors on divisera la différence, s'il y en a, par six au lieu de huit.

Observez, que pour résoudre ce problème avec l'Octant de la figure 1, on doit mettre les miroirs horizontaux successivement tournés du même côté, comme celui du miroir B ; au lieu que dans le Problème I & II il faut mettre le miroir C dans le sens contraire.

25. Ceux, qui connoissent un peu la construction-pratique des instrumens à limbe conviendront, qu'il est fort difficile de déterminer exactement la longueur de l'arc correspondant à la longueur du rayon pris dans l'alidade. Pour peu que la pointe du compas à verge qui sert de centre, soit hors du plan du cercle qu'il décrit, c'est-à-dire qu'elle s'enfonce dans ce plan un peu plus que l'autre qui décrit la périphérie de l'arc, la distance entre les deux pointes sera effectivement plus grande que le vrai rayon de cet arc. Outre cela, la moindre excentricité de l'axe de l'alidade peut causer des erreurs considérables dans les divisions du limbe. Un centieme de pouce d'excentricité donne trois minutes d'erreur dans un arc de soixante degrés dont la corde diffère de cette quantité sur le rayon de douze pouces ; & six minutes d'erreur, si le rayon n'est que de six pouces.

26. Combien n'y a-t-il pas d'accidens sur un vaisseau dans les voyages longs qui peuvent causer des dérangemens pareils & même plus grands, soit dans l'axe de l'alidade, ou dans l'assemblage des bras & parties de cet instrument, lors même qu'il sera de métal ? Même, en supposant qu'il n'y a pas le moindre accident ; qu'on pourroit avoir aisément de ces instrumens faits par des Artistes très habiles ; & qu'on ne feroit pas difficulté de payer un assez grand prix ; ne feroit-ce pas un

10 NOUVELLE CONSTRUCTION

véritable avantage de se trouver à l'abri des méprises, dont les plus grands Artistes ne sont quelquefois pas exempts, & de pouvoir trouver par soi-même ces erreurs, pour en tenir compte, au milieu de la Mer, & sans aucun autre secours que son propre instrument ? Ne seroit-ce pas un avantage qu'un instrument de cette construction, étant même médiocrement fait, puisse rendre un aussi bon service entre les mains d'un Observateur habile & curieux, qu'un autre instrument bien mieux fait, & par conséquent bien plus cher ? Voyez la Note (N).

PROBLÈME IV.

*Reconnoître par un seul objet la valeur précise de chaque trente degrés, vingt degrés, ou autre nombre aliquot des degrés du limbe de l'instrument.*

SOLUTION.

27. Mettez les deux miroirs C & B, ou B & A, à l'angle que vous souhaitez examiner, selon la méthode du premier Problème : parcourez l'arc, ou limbe, d'un bout à l'autre avec cet angle, tournant alternativement l'index & le cercle ZP ; & divisez la différence trouvée au bout de toutes les opérations, en cas qu'il y en ait quelqueune, par le nombre de ces opérations ; & faites le reste comme dans le nombre 24.

28. On fera par cette méthode une table des valeurs réelles de chaque intervalle des divisions du limbe qui servira à déterminer la valeur exacte des angles observés avec l'instrument. Lorsqu'on examinera des arcs plus petits que le *Nonius* (voyez la Note O), qui est gravé dans l'alidade, & dont la longueur n'est ordinairement que de six degrés vingt minutes ; dans ce cas, il sera plus aisé de se servir du même *Nonius*, pourvu qu'il n'y ait aucune erreur, comme il arrive quelquefois, ce qu'il faut examiner avec attention.

Observez que ces deux derniers Problèmes doivent précéder les deux premiers dans la pratique ; car ils ne peuvent donner des résultats qui soient vrais, sans que la longueur du limbe, & l'exactitude des divisions ne subsistent dans l'instrument.

29. Quoique ce Problème, ainsi que le précédent, puisse être résolu par d'autres méthodes ; cependant elles ne sont pas aussi générales, ni également praticables sur Mer, où les erreurs de ces instrumens peuvent quelquefois être causées par des accidens survenus depuis qu'on s'est embarqué ; & pourront avoir les conséquences les plus funestes, si l'on n'y apporte pas du remède.

30. Il est bon d'avertir que, même en supposant la plus grande imperfection dans l'axe sur lequel se fait le mouvement de la platine qui porte les miroirs horizontaux, c'est-à-dire, en supposant qu'il ait autant d'excentricité qu'on le voudra : ce défaut ne causera point la moindre

erreur dans les opérations des Problèmes précédents : car il est évident, par la construction de l'instrument & par l'opération du Problème, que les miroirs horisontaux restent sans aucune altération de l'angle, auquel on les a mis, tandis qu'on tourne la platine qui les porte, pour les rendre successivement parallèles au miroir de l'alidade. Cette excentricité, en cas qu'elle fut fort considérable, ne feroit tout-auplus que changer un peu l'endroit, ou position de la pinnule oculaire *H* ; mais la vraie valeur de cet angle restera toujours la même, & sera par conséquent mesurée par le même arc du limbe. *Voyez la Note P.*

31. En général, quelle que soit la cause des dérangemens ou de l'imperfection de l'instrument, ils ne manqueront pas de devenir semblables, en employant ces deux derniers Problèmes, avec un peu d'attention ; même si le défaut dépendoit du miroir de l'alidade. Car si l'on y fait une marque, ou si l'on trace une raye sur la surface de ce miroir, de façon qu'on prenne toujours l'image réfléchie du même endroit de cette surface ( ce qui est praticable lors qu'on n'emploie pas la lunette ) ; on y trouvera après l'opération de ces problèmes, toutes les erreurs qui en résultent. Cependant il faut avouer, que sans se trouver dans un cas extrêmement pressant, il seroit fort imprudent d'employer des miroirs grossièrement défectueux.

## PROBLÈME V.

*Trouver les erreurs de division, ou celles qui peuvent être causées par quelque dérangement accidentel, dans les Quarts de Cercle astronomiques.*

## SOLUTION.

32. Ajoutez un miroir semblable au miroir *N* ( mêmes figures ) au bout de l'alidade, ou à la piece qui porte la lunette mobile du quart-de-cercle, sur le centre de son mouvement : & mettez un appareil de miroirs horisontaux, comme celui représenté dans la fig. 3, sur le côté ou branche du même instrument. Examinez par le Problème III la vraie longueur de son limbe ; & par le Problème précédent, la vraie valeur des autres divisions. Par cette méthode vous en connoîtrez les erreurs, s'il y en a ; & vous en ferez une Table, pour rectifier vos observations, comme on l'a dit ci-dessus dans le n°. 28. *Voyez la Note Q.*

## PROBLÈME VI.

*Diviser un Arc, ou Cercle donné.*

## SOLUTION.

33. Prenez un arc à-peu-près égal au rayon du cercle : & rectifiez sa

valeur précise par les Problèmes V & III. Cherchez ensuite les divisions & subdivisions de cet arc, comme on vient de le montrer dans le Problème IV. Le premier Sextant de ce cercle étant divisé par cette Méthode, on pourra transférer ses divisions aux autres Arcs ou Sextants du même cercle, par la méthode indiquée dans le même Problème IV, n°. 27.

## PROBLÈME VII.

*Faire en sorte que l'ajustement pour observer par devant, & celui pour observer par derrière soient exécutés par une seule opération dans des Sextants construits selon les mêmes principes ci-dessus.*

## SOLUTION.

34. Soit le Sextant construit comme dans la *figure 4* : mettez son alidade à  $120^\circ$  : & faites le miroir *B* parallèle au miroir *N*. Menez la même alidade à  $0$  : & faites le miroir *A* parallèle au même miroir *N*. Pour lors ces deux miroirs *A* & *B* feront entr'eux un angle de  $60$  degrés. Car on a démontré (*Note H*, n°. 11.) que les angles observés avec ces instrumens, sont doubles de la valeur réelle de l'arc de leur limbe. Dans cet état vous observez, comme à l'ordinaire, par *devant* sur le miroir *A*.

Mais quand vous voulez observer par *derrière*, vous n'avez qu'à tourner la platine (ou le cercle) qui porte ces miroirs horizontaux, jusqu'à ce qu'en regardant par la pinnule *G*, vous trouviez le miroir *B* (qui pour lors sera en *I*) parallèle au miroir de l'alidade.

Ainsi, lorsque vous avancerez l'alidade jusqu'au  $60$  deg. du limbe, vous aurez le miroir *A* à angle droit avec le miroir *N*; car les  $60$  degrés que le miroir *A* vient de tourner en arrière, avec les  $30$  degrés (valeur des  $60$  degrés du limbe, où vous aurez mis l'alidade) font  $90$  degrés : & c'est la position qu'il faut pour pouvoir observer par *derrière* sur le miroir *A*, comme on l'a vu dans le n°. 17 de la *Note H*. Voyez la *Note R*.

35. On peut employer dans ces Sextants la méthode du Problème III, pour rectifier la longueur du limbe, tant sur mer que sur terre, par un seul objet : & celle du Problème V, pour en reconnoître les divisions. Cependant si l'on met les deux miroirs *A* & *B* sur une platine étroite, au lieu de les mettre sur le cercle *ZP*, on rendra par là l'instrument plus simple. On se contentera pour lors d'employer la rectification dont on parlera tout-à-l'heure dans le n°. 39, pour s'assurer de l'exakte longueur du limbe entier ; & on emploiera le *Nonius* pour en reconnoître les divisions & subdivisions.

36. Les *figures 5* & *6* représentent deux autres manieres de construire ces Sextants, qui sont fort commodes. On voit dans la *figure 5*, que le miroir *B* est le centre de mouvement du miroir *A* : & qu'on emploie

seulement la pinule H pour ajuster le parallélisme du miroir A, lorsqu'il est en V, & que l'alidade est au 0° du limbe; & c'est de la même pinule H qu'on fait usage pour observer par devant; car, en trouvant la platine de ces miroirs jusqu'à ce que B soit parallèle à N, pour y observer par devant, le miroir A retournera à sa place, pour y observer par derrière, comme ci-dessus. Par cette disposition des miroirs horizontaux, on obtient dans le même temps le miroir B prêt, pour y observer par devant; & le miroir A également préparé pour observer par derrière. Dans cette construction on met le miroir N environ quinze degrés au-delà du rayon NM, pour que le miroir A soit à une distance convenable de B; & on pourra employer un prisme isocèle au lieu de ce dernier, pour éviter l'incidence trop aiguë du rayon NBK. On trouvera dans la Section III des *Mémoires* du Pere Pezenas, déjà cités dans la Note (B), les formules nécessaires, & des avis avantageux pour employer les prismes au lieu de miroirs, & pour en déterminer les variations.

37. Mais je conseillerois d'employer plutôt un troisième miroir assez petit, qui se trouve marqué en C par de petits points sur l'alidade de la même figure 5; de façon que recevant le rayon de l'objet par dessous le miroir B, la première réflexion soit de C en B, & la seconde soit de B en E où se trouvera l'œil de l'Observateur, pour voir le parallélisme de ce second miroir C avec le même miroir B, après avoir mis ce dernier parallèle au miroir N de l'alidade: alors si l'on mène l'alidade au bout du limbe à cent vingt degrés, ce petit miroir se trouvera en D, & le rayon qui réfléchira de D en B, aura une incidence bien moins latérale que s'il réfléchissoit de N: l'œil de l'Observateur sera alors en F bien plus commodément que dans l'endroit K, pour voir sous des angles bien plus grands la coïncidence des deux images. Il dépendra de l'habileté de l'Artiste d'arranger avantageusement cette construction, mettant la pinule H un ou deux pouces au-dessous de l'endroit représenté par la figure, &c.

38. Pour ce qui regarde l'autre Sextant représenté par la figure 6, on doit observer que le centre commun des miroirs horizontaux B & A se trouve dans L, quoique j'en aie fait exécuter qui avoient ce même centre un peu au dessus de B, & qui néanmoins produisoient un assez bon effet. On fait le miroir B parallèle à N, ayant l'alidade à 120 degrés; dans la suite on la ramena à 0 d. C'est en regardant par la pinule G, qu'on observe alors la coïncidence des deux images de l'objet sur le miroir A, qui se trouve en V. On tourne la plaque des miroirs horizontaux jusqu'à ce que B arrive en I, pour y observer par devant. Le miroir V se trouvera alors en A, & servira pour observer par derrière, comme ci-dessus. Voyez la Note (S).

## 24 NOUVELLE CONSTRUCTION

### PROBLÈME VIII.

*Reconnoître la vraie longueur de l'arc, ou limbe de ces nouveaux Sextants, construits suivant le Problème précédent.*

#### SOLUTION.

39. Mettez l'index à cent vingt degrés ; observez par devant la coïncidence des images de deux objets, comme de la lune & d'une étoile, &c. ou de deux objets terrestres assez éloignés & bien définis, par exemple, de deux promontoires, &c. tournez le Sextant, & observez par derrière la même distance angulaire de ces deux objets ; & s'il n'y a pas de différence entre la coïncidence des deux images, pour lors la longueur du limbe est exacte.

40. Car l'angle observé par derrière avec ce genre d'instrumens, n'est proprement que le supplément de la distance angulaire entre deux objets observés par devant : ainsi, un angle de trente degrés, observé par devant, sera vu sous un angle de cent cinquante degrés, lorsqu'on l'observera par derrière : la raison en est, que dans le premier cas on compare un des deux objets avec l'autre objet, dont l'image vue par des rayons directs à une grande distance, coïncideroit avec la même image vue par des rayons réfléchis, si l'alidade étoit à 0 degré ; & dans le second cas on le compare avec un autre objet diamétralement opposé au dernier, c'est-à-dire à la distance de cent quatre-vingt degrés. Voyez la Note (H).

C'est par cette raison qu'on marque les degrés (en arrière de cent quatre-vingt degrés du limbe) dans un ordre rétrograde de ceux qui servent pour les observations par devant, comme on le voit dans les figures 4, 5, 6. La même chose arrive dans les Octants ; mais on n'y met ordinairement que le seul rang de chiffres qui sert pour observer par devant, comme on le voit dans la figure 1, dans l'intention que l'Observateur ne manquera pas d'y prendre garde, lorsqu'il fera des observations par derrière.

41. Or, puisque l'index doit se trouver à soixante degrés, selon le Problème précédent, lorsque les images de ces deux objets diamétralement opposés se trouvent en parfaite coïncidence : il est clair que, si l'index se trouve soixante degrés au-delà de cet endroit, c'est-à-dire à cent vingt degrés de l'observation par devant, il se trouve aussi à soixante degrés en arrière de cent quatre-vingt degrés, c'est-à-dire à cent vingt degrés, en observant par derrière ; car cent quatre-vingt degrés moins soixante degrés, font cent vingt degrés. On voit donc que si, après avoir observé par devant un angle de cent vingt degrés avec ces instrumens, on

y trouve également la même coïncidence des deux images observées par derrière; on est pour lors assuré qu'il n'y a point d'erreur dans la vraie longueur de l'arc ou limbe de l'instrument.

42. Mais si l'arc de l'instrument n'est pas de la grandeur qu'il faut; par exemple, s'il est de soixante-un ou de cinquante-neuf degrés, au lieu de soixante, comme il doit l'être; pour lors la différence du même angle observé par devant & par derrière, sera même six fois plus grande que l'erreur réelle du limbe. Il est fort aisé de s'en convaincre, en remarquant, 1°. que le même angle étant observé par devant & par derrière, se trouve deux fois aux deux extrémités d'un même demi-cercle, comme on le voit par ce qui a été dit au n°. 7 de la Note (H).

43. 2°. Que l'excès ou le défaut de chaque angle devient double dans le point de l'union commune, où ces deux angles devoient se toucher: par exemple, si l'on prend quatre-vingt-neuf ou quatre-vingt-onze degrés, au lieu de quatre-vingt-dix, il y aura deux degrés de moins dans le premier cas, & autant de plus dans le second; 3°. Que si l'on prend cent vingt-un ou cent dix-neuf degrés au lieu de cent vingt, on trouvera alors soixante-deux degrés de différence dans le premier cas, & cinquante-huit dans le second; 4°. enfin, si les divisions du limbe appartiennent à un autre cercle d'un rayon plus petit ou plus long, alors on y trouvera la somme totale de l'excès ou du défaut de chaque division au-delà du degré réel qui devoit y être marqué. On verra dans la Note (T) le résultat de ces erreurs dans un plus grand détail.

#### Remarques générales.

44. Il y a encore d'autres avantages à tirer de ces instrumens, lorsqu'ils seront construits selon ma méthode, que les gens habiles ne manqueront pas de trouver aisément; mais je ne crois pas nécessaire d'en détailler les résultats, pour ne pas trop amplifier ce Mémoire. Il ne faut que considérer l'essentiel de cette construction, expliqué dans le n°. 7 & suivans, pour en déduire un nombre de conséquences utiles dans la pratique des observations. Le miroir A étant mobile dans un plan parallèle à celui de l'instrument, ainsi que l'autre miroir B, dont le mouvement se fait sur le même axe, & pouvant tourner ensemble ou séparément, comme il est expliqué dans le n°. 7 ci-dessus & suivans: on est à même de pouvoir prendre toutes sortes d'angles bien au-delà de la valeur du limbe, non-seulement par devant, comme on l'a démontré dans le Problème I; mais également par derrière, comme il est très-aisé de le voir, en y appliquant les mêmes raisonnemens. Car tout l'objet de ces instrumens à réflexion consiste uniquement à connoître

l'angle que fait le miroir de l'alidade avec le rayon réfléchi du miroir horizontal, par lequel sortent constamment ceux qui y tombent du premier, c'est-à-dire les rayons qui sont réfléchis par la surface du premier miroir sur celle du second.

45. Ainsi, ayant, par ma méthode, la manière de mettre le miroir horizontal à l'angle qu'on souhaite avec celui de l'alidade, en employant les mêmes divisions du limbe de l'instrument, on est maître de donner la valeur numérique qu'on souhaite à ces mêmes divisions, & de les faire servir pour déterminer l'angle qu'on veut observer; car on lui ajoute une quantité connue de l'autre angle, auquel on a mis déjà le miroir horizontal avec le zéro degré du limbe.

46. La position de la pinule ou de la lunette, pour observer la coïncidence des deux images, dont les distances angulaires doivent être observées, ne change rien à la précision de l'observation; pourvu cependant que le plan de la réflexion des rayons, & de la vision directe, soit parallèle à celui du limbe. Pour déterminer l'endroit où l'œil de l'Observateur doit être appliqué, c'est-à-dire celui de la pinule ou de la lunette, il ne faut que chercher autour du limbe MR, ou des côtés NM & NR de l'instrument, un endroit d'où l'image de la surface étamée du miroir de l'alidade soit vue par réflexion dans le miroir horizontal dont on veut se servir, après l'avoir mis au degré convenable pour l'angle qu'on se propose d'observer, moyennant la méthode des premiers Problèmes ci-dessus.

47. Supposons qu'on veuille observer par devant un angle de cent quarante degrés avec l'Octant de la figure 2 : faites le miroir A parallèle au miroir N, ayant l'alidade à 0 degré; & puisqu'il y a quatre-vingt-dix dans le limbe, il faut seulement cinquante degrés de plus; mettez donc l'alidade à cinquante degrés du limbe, & faites que le miroir B soit parallèle à N; remettez l'alidade à 0 degré, & tournez le cercle ZP (sans toucher les deux miroirs qui y sont fixés) jusqu'à ce que le miroir B soit parallèle au miroir N dans cette position, comme il a été dit dans le Problème I. Alors il ne vous reste qu'à chercher l'endroit entre NQ, duquel vous puissiez voir l'image réfléchie du miroir N sur le miroir A, que je suppose être l'endroit H; & c'est là qu'il faudra mettre la pinule avec la lunette, &c.

48. Lorsqu'on mène l'alidade au bout du limbe des instrumens de cette construction, pour trouver le parallélisme du miroir horizontal avec celui de l'alidade, on peut bien se servir de cette disposition de l'instrument, pour prendre aussi des angles par devant; ce qui ne manquera pas de réussir, pourvu qu'il y ait une distance convenable entre les deux miroirs. Voyez la Note (X). Mais alors il faudra compter les degrés observés

observés, dans un ordre rétrograde des nombres marqués dans le rang supérieur du limbe; ou les retrancher de quatre-vingt-dix degrés dans les Octants, & de cent vingt dans les Sextants, pour avoir leur valeur réelle. Le cas dont je viens de parler, est celui de la première opération dans la solution du premier Problème, n°. 14, où l'Observateur met l'alidade à 90 degrés dans les Octants, & à 120 degrés dans les Sextants; & tourne le miroir B pour le rendre parallèle à celui de l'alidade. On peut rectifier par cette méthode le miroir de l'alidade; & ce qui plus est, on peut rectifier les observations, comme je le dirai plus bas, n°. 164. On doit remarquer dans cette disposition de l'instrument, que les angles les plus grands ont une meilleure incidence sur le premier miroir; ce qui fait voir le désavantage qui résulte de la pratique ordinaire des Artistes, qui mettent presque toujours le miroir de l'alidade quelques degrés en avant de sa direction, comme dans la figure 5; d'où il s'ensuit que, pour observer des angles de cent vingt degrés & plus, on trouve quelquefois l'incidence des rayons trop oblique sur ce miroir. Pour obvier à cet inconvénient, on devrait le mettre dans une position tout-à-fait contraire, c'est-à-dire plusieurs degrés en arrière, comme je le fais ordinairement pratiquer aux Artistes qui suivent mes directions.

49. Supposons à présent qu'on veuille observer par derrière un angle de cent soixante-quinze degrés: & qu'on veuille rectifier cette observation, en prenant son supplément, cent quatre-vingt-cinq degrés, avec l'instrument tourné dans le sens contraire. Nous savons déjà par le Problème II, n°. 19, qu'il faut tourner le miroir A deux fois quarante-cinq degrés, pour que le cent quatre-vingtième degré de l'observation par derrière tombe dans le 0 du limbe; mais, comme nous voulons observer encore cinq degrés au-delà des cent quatre-vingt, il nous faudra faire en sorte que le degré cent quatre-vingt, au lieu de tomber dans le 0 degré, tombe dans le degré cinq du limbe. Ainsi, après avoir fait tourner le miroir A par la première opération quarante-cinq degrés, qui valent quatre-vingt-dix degrés, par la propriété essentielle de ces instrumens à réflexion, on doit prendre seulement quarante-deux degrés trente minutes (85'.) dans la seconde opération du Problème II. Pour lors on aura l'angle de cent soixante-quinze degrés avec l'alidade sur les dix degrés du rang supérieur du limbe: & en tournant l'instrument dans l'autre sens, on trouvera le supplément au cercle entier, qui sont les cent quatre-vingt-cinq degrés en question, en mettant l'alidade au 0 degré du limbe.

50. Par un pareil raisonnement on verra, qu'après la première opération du Problème I, n°. 14, la coincidence de deux objets diamétralement opposés doit se trouver en mettant l'alidade au quatre-vingt-dixième

degré du rang supérieur du limbe ; ce qui serviroit à bien rectifier cette opération ; mais l'interposition de la tête de l'Observateur empêchera de voir l'objet qui est derrière. Probablement, quelque Curieux trouvera le moyen d'y réussir, en ajoutant un troisième miroir ; ce qui rendroit peut-être l'instrument trop compliqué & moins à la portée de toutes sortes d'Observateurs.

§ 1. La méthode dont je viens de parler dans le n°. 49, est très-exacte pour rectifier la position du miroir horizontal pour observer par derrière ; car si l'on observe deux objets assez éloignés en ligne droite, ou dont la distance soit de cent quatre-vingt degrés ; & , qu'en tournant l'instrument, on trouve la même coïncidence de leurs images, on est pour lors bien assuré que la position du miroir horizontal est, comme il faut être pour observer par derrière.

§ 2. De même, après avoir mis le miroir horizontal qui sert aux observations par derrière, à-peu-près perpendiculaire à une ligne imaginaire qui seroit produite suivant le plan du miroir de l'alidade, il sera aisé de rectifier exactement sa position, en observant un angle de quatre-vingt dix degrés par devant & par derrière sur chaque miroir horizontal respectif, sans mouvoir l'alidade, qui doit être toujours au degré quatre-vingt dix du limbe ; car on démontrera par un raisonnement pareil à celui du n°. 39 & suivans, que ces deux angles doivent, quoiqu'observés différemment, tomber précisément sur le même degré du limbe. Il suffit que le Lecteur y fasse un peu d'attention, pour se convaincre de cette vérité, & pour trouver peut-être plus que ce que j'avance. ( Voyez le n°. 163 ).

§ 3. M. Ludlam est le seul que je sache, qui ait fait mention de cette Méthode, pour trouver l'erreur de l'alidade dans les Octants ordinaires ; & il paroît qu'il n'y pensa pas assez pour déclarer qu'elle est la manière la plus simple & la plus exacte pour mettre ce miroir horizontal dans la vraie position pour observer par derrière. Voyez le Traité que ce Savant composa en Anglois sur les Octants de Hadley, dans le n°. 76 & 77, p. 53 de l'édition in-8°. de Londres, de 1771. Je suis fâché qu'il ait pris tant de peine pour enseigner aux Marins à tenir compte des erreurs de l'alidade ou index ; puisqu'il ne peut y en avoir aucune, lorsque l'Observateur prend le soin de rectifier son instrument avant de faire l'observation, tournant, autant qu'il est nécessaire, le petit levier ou vis qui sert à mettre le miroir horizontal parallèle à celui de l'alidade.

§ 4. Cependant il y a des Observateurs négligens, & assez ignorans du mécanisme de ces instrumens, qui n'osent pas les toucher, & peut-

être aiment mieux s'exposer à quelque méprise dans l'application de cette correction. C'est une pratique que je ne puis approuver ; car je souhaite très-fort que tous les Observateurs s'empressent de bien connoître la nature & la construction de leurs instrumens : qu'ils tâchent de s'affranchir , autant qu'il est possible , de l'esclavage de se voir dépendans de la fantaisie & de l'humeur des Artistes qui ne sont bien souvent que de simples Artisans , sans la moindre connoissance théorique ; & qu'enfin ils sachent tirer tout le parti possible du plus petit nombre d'instrumens , en augmentant l'extension de leurs usages.





DESCRIPTION  
ET USAGE  
DES QUARTS DE CERCLE A RÉFLECTION,  
*connus sous le nom d'Octants & Sextants Anglois.*

---

*Propriétés générales de ces Instrumens.*

55. LA forme de ces instrumens consiste dans un Secteur égal à la huitième ou sixième partie du Cercle ; ce qui vérifie les noms d'*Octants* & *Sextants* qu'on leur donne , en y ajoutant l'épithete nationale du Pays où ils furent inventés.

Ces instrumens sont sans contredit les plus avantageux de tous ceux qu'on connoît , pour prendre des distances angulaires , & même les seuls sur lesquels on puisse compter , pour observer sur Mer , selon l'aveu général de tous les bons Marins.

On les emploie aussi avec le plus grand succès , pour observer sur terre ; car il n'y a aucun autre instrument qui , ayant un rayon égal , soit si peu volumineux , si aisé dans la pratique , ni d'un prix aussi modique que cette espece d'instrumens.

56. La propriété essentielle de ces instrumens consiste à viser par des rayons directs à un des deux objets dont on veut mesurer la distance angulaire , tandis qu'on voit l'image de l'autre objet unie avec lui , moyennant une double réflexion sur deux petits miroirs , dont l'instrument est garni. On fait que la différence angulaire entre deux objets vus par réflexion , est toujours double de l'angle entre l'œil & le corps réfléchissant ; & , par conséquent , si un miroir tourne sur un axe , c'est-à-dire , s'il change d'inclinaison ou position , le mouvement angulaire des images qu'il représente , est double de celui du miroir , comme on le verra démontré dans le n°. 13 de la Note H ci-dessous.

57. Ainsi , les *Octants* , dont le limbe n'est que de 45 degrés , servent

pour mesurer des angles jusqu'à 90 degrés de distance : & les Sextants, jusqu'à la distance angulaire de 120 degrés; quoique leur limbe n'excede point un arc de 60 degrés. Cependant il est fort avantageux que les Octants & Sextants aient leurs arcs au-delà de 45 & 60 degrés, particulièrement les Octants ne devroient pas mesurer moins que 100 ou 110 degrés dans leur limbe; car il y a des occasions où l'on est bien gêné sans cet avantage, qui d'ailleurs ne peut pas rendre l'instrument beaucoup plus cher.

58. Le volume de ces instrumens est en effet réduit à la moitié; parce que les demi-degrés y mesurent des degrés entiers. Mais c'est à cause de cette propriété même, qu'on ne peut trop recommander à tous les Observateurs de ne pas employer des instrumens de cette espece, sans qu'ils soient parfaitement bien divisés; ou du moins, que les Observateurs soient en état de connoître bien exactement les défauts de leur division, pour en tenir compte dans les observations. Car, comme on vient de voir, toutes les erreurs qu'il y auroit dans la division de leur limbe, deviendroient doubles dans l'observation.

59. Un autre avantage de ces instrumens consiste en ce qu'on peut les employer pour observer le supplément des angles au-delà de 90 deg. moyennant un troisieme miroir qu'on leur ajoute; de façon qu'un seul Octant, dont le limbe est de 45 degrés, peut servir pour mesurer tous les angles du demi-cercle, depuis le zéro degré jusqu'à la distance de 180 degrés, c'est-à-dire, depuis l'union des deux objets jusqu'à la position dans laquelle ils se trouvent diamétralement opposés en ligne droite.

60. Mais la propriété qui rend ces instrumens les plus avantageux pour les observations sur Mer; c'est qu'ils n'ont pas besoin d'une grande stabilité lorsqu'on les emploie. Car, pourvu que l'Observateur puisse voir distinctement les deux objets dans le champ de son instrument; aucun mouvement, aucune vacillation ne peut lui nuire.

61. Les deux objets étant une fois joints ensemble, ils y restent inséparables, malgré le mouvement, & la vacillation que le Navire pourra communiquer, soit à l'instrument, soit à l'Observateur; parce qu'ils ne se détachent que par le mouvement de l'alidade. On aura une idée bien plus ample des avantages de ces instrumens, lorsqu'ils seront construits de la maniere décrite dans le Mémoire précédent. Je vais donner en détail la description de toutes les parties dont ces instrumens sont composés, en commençant par ceux qui sont communément en usage; & je montrerai ensuite la maniere-pratique de s'en servir.

*Description du corps de ces Instrumens.*

62. La figure 10, planche 2, représente un Octant de la construction ordinaire, d'environ dix-sept pouces de rayon. Si c'étoit un Sextant, il auroit le limbe plus grand; savoir de 60 degrés, au lieu de 45 degrés, qui est la longueur de celui des Octants. Le corps, ou assemblage NMR, qui forme le plan de l'instrument est ordinairement de bois. Mais il est beaucoup plus avantageux lorsqu'il est de métal, c'est-à-dire, de cuivre jaune: pour qu'il ne soit sujet à aucune altération dans sa figure par l'humidité, ou par la contraction des fibres du bois, &c. On fait le corps de ces instrumens de cuivre jaune en deux manieres; savoir, le tout d'un morceau de fonte, assez épais pour qu'il ne plie pas aisément, lorsqu'on en fait usage; mais alors il devient un peu lourd.

63. L'autre maniere consiste à faire le plan d'une plaque de métal mince, mais garnie de trois barres ou tringles de métal, d'environ une ligne d'épaisseur sur quatre lignes de largeur, qui sont perpendiculaires par dessous le plan de l'instrument: une depuis N jusqu'à M, une autre d'N jusqu'à R; & une troisième, pliée en portion de cercle, en dessous du limbe, depuis R jusqu'à M. Ces barres sont bien solidement fixées au plan inférieur par plusieurs vis, comme si le tout étoit d'une seule piece. Dans ce cas, le corps de l'instrument étant d'une lame de métal peu épaisse, il devient bien plus léger que si le tout étoit fondu ensemble & massif; & en même temps il est très-ferme, sans être sujet à plier en aucun sens, tandis qu'on en fait usage.

64. Toutes sortes de courbures, dans le plan de l'instrument ou de son limbe, produiroient nécessairement une altération considérable dans les proportions respectives de chaque partie; & par conséquent causeroit des erreurs dans les observations.

On doit couvrir toute la surface de métal qui paroît à la vue, dans ces instrumens, de vernis jaune, pour qu'il ne soit pas noirci par les impressions de l'atmosphère, & par les vapeurs de la Mer; mais les divisions du limbe ne doivent être aucunement vernies: c'est assez de le frotter de temps en temps, mais très-légèrement, avec un petit linge qui soit imbu d'un peu d'huile d'olive, pour l'empêcher de ternir & de devenir noir.

*De l'Alidade.*

65. L'alidade *N n P D* doit être de cuivre jaune. Elle doit avoir en dessus une barre ou tringle de métal qui lui soit perpendiculaire au milieu & dans toute sa longueur, comme on le voit dans celle de la figure

11 & 12, par les mêmes motifs qu'on vient de remarquer dans les numéros précédens. Cette alidade a une ouverture quarrée, dans la partie inférieure *PD*, qui rase les divisions du limbe; & contient celle du *Nonius*.

66. Il y a au-dessous du bout *D* une vis, comme celle de la figure 20, qui sert à l'arrêter dans l'endroit qu'on veut, du limbe, lorsqu'on observe. Outre cette vis, il y a aussi un ressort, qui sert à pousser constamment ce bout de l'index contre le limbe, lorsqu'on le glisse le long du limbe, depuis *M* jusqu'à *R*.

67. On a ajouté aux meilleurs instrumens une autre vis de rappel, marquée par *S* dans les figures 11 & 12, dont l'usage est de faire mouvoir l'alidade très-lentement, & avec beaucoup de justesse, après qu'on l'a arrêtée par dessous avec la vis dont je viens de parler, représentée dans la figure 20.

68. Un des côtés de l'ouverture quarrée de l'alidade est raillée en biais; & c'est sur cette surface qui rase les divisions du limbe; qu'on grave le *Nonius* dont on parlera dans le n°. 76.

Le bouton *Q*, figure 10, sert à arrêter l'alidade, pour qu'elle ne passe pas au-delà du zéro degré. Ce bouton est mobile, de façon qu'on peut le tourner de côté, lorsqu'on veut faire passer l'alidade en arriere du zéro degré. C'est une piece fort inutile dans ces instrumens.

69. Le mouvement de l'alidade se fait sur le centre de l'instrument (entre *Nn*) qui est celui de l'arc du limbe *MR*. C'est un axe de métal, qui sert à ce mouvement. Les meilleurs instrumens ont cet axe d'acier très-bien tourné & poli, dans une forme un peu conique, qui tourne dans un barrillet très-uni de métal de cloche, composé de cuivre & d'étain. Ce métal est très-dur & compacte, ce qui facilite le mouvement uniforme & doux de l'axe de l'alidade, sans cette espece de petites secousses ou sants, qui sont causés par la cohésion du frottement entre les surfaces des autres métaux.

70. Le barrillet est immobile dans le centre de l'instrument; & c'est de ce centre que l'on trace l'arc du limbe avec toute l'exactitude possible; au défaut de quoi la moindre excentricité de l'axe de l'alidade produiroit des erreurs d'autant plus considérables, que le rayon seroit plus petit, comme on l'a remarqué dans le n°. 25 du Mémoire. (Voyez aussi le n°. 2 de la Note *P*).

La position de l'alidade sur le limbe de l'instrument, lorsqu'on fait quelque observation, sert à marquer le nombre de degrés & de minutes, qui est la valeur de l'angle observé.

*Du Limbe de ces Instrumens.*

71. Le limbe des Octants sert à mesurer des angles de 90 degrés, ou un peu plus (n°. 57) qui sont la valeur des 45 ou 46 degrés de son arc, comme on peut le voir par la Note H, & particulièrement par le n°. 13 de la même note. De même, les Sextants n'ont qu'un arc de 60 degrés ou un peu plus; & leur limbe sert à observer des angles jusqu'à 120 degrés & plus. Chaque degré du limbe est sous-divisé ordinairement en trois parties, dont chacune contient vingt minutes, & quelquefois en deux moitiés, dont chacune vaut trente minutes. Et c'est par la division du *Nonius*, dont on parlera tantôt (qui se trouve gravé sur un des côtés de l'ouverture carrée de l'alidade, parallèle au cercle du limbe) qu'on distingue fort aisément le nombre de minutes au-dessous de 20' ou 30', selon que les degrés sont divisés par tiers ou par moitiés.

72. Ces degrés sont notés, selon l'ordre rétrograde des nombres de la droite à la gauche, comme on le voit dans les figures 1, 10 & 11; & ce sont ces nombres qui montrent la valeur des angles, lorsqu'on observe par devant. Mais, lorsqu'on observe par derrière, ces nombres ne montrent que les supplémens des angles ainsi observés, & par conséquent sont dans un ordre contraire de la gauche à la droite; de façon que le zéro degré du limbe corresponde au 180 degré observé par derrière. Le 10° degré du limbe montre le cent soixante-dixième, & ainsi de suite jusqu'au degré 90 au bout R du limbe, où le 90° degré de l'observation par derrière, concourt également avec le 90° des nombres qui montrent les observations par devant.

73. En général, lorsqu'on observe par derrière, les nombres, que l'alidade marque dans le limbe, ne signifient que les supplémens des angles observés. Par exemple, si, en observant un angle par derrière, on trouve par l'alidade que le nombre marqué est de 89 degrés 26 minutes; alors son supplément 90 degrés 34 minutes sera la vraie valeur de cet angle. De même, 40 degrés 35 minutes du limbe montrent un angle de 139 degrés 25 minutes, observé par derrière, &c.

74. Le limbe des Sextants ordinaires ne diffère des Octants que dans la grandeur de son arc, qui est de 60 degrés pour le moins. Les Artistes n'y mettent plus, depuis quelque temps, le miroir A pour les observations par derrière; mais c'est dépouiller cet instrument d'un avantage fort considérable; car on a souvent besoin de mesurer des angles bien au-delà de 120 degrés.

75. On y doit appliquer la même méthode pour compter les degrés observés

observés par derriere, comme je viens de le dire dans le numéro précédent. Mais je crois moins embarrassant d'avoir deux rangs de nombres séparés par une ligne ondoyante, comme on le voit dans la *figure 12*, pour y trouver séparément les nombres de chacune de ces deux observations, sans avoir besoin de prendre les supplémens des nombres indiqués, lorsqu'on observe par derriere.

*Du Nonius.*

76. Cette division est généralement attribuée à Pedro Nûnes, (*Petrus Nonius*), célèbre Mathématicien Portugais du seizieme siecle, dont elle porte le nom, quoiqu'on ait voulu lui en donner un autre depuis peu, sans aucun droit bien décisif pour cette innovation. (*Voyez la note O.*)

Cette piece consiste ordinairement en vingt divisions égales à 19 tiers de degré : ainsi chacune de ces 20 divisions du *Nonius* est plus petite d'un vingtieme que chaque tiers de degré; de façon que, si la premiere division du *Nonius* marquée par *zéro*, coincide avec celle d'un degré quelconque, ou avec celle qui en marque le premier ou le second tiers, la seconde du *Nonius* sera éloignée d'un vingtieme de tiers (c'est-à-dire, d'une minute) de celle du tiers suivant : la seconde sera à deux minutes de l'autre tiers; la troisieme à 3 minutes de l'autre, & ainsi de suite.

77. Par conséquent, lorsqu'on trouve la premiere division (le *zéro* du *Nonius*) un peu au-delà d'une division quelconque du limbe, il n'y a qu'à regarder quelle est celle des divisions du *Nonius*, qui correspond exactement avec une du limbe, & son nombre montrera combien de minutes il y a de plus au-delà du dernier degré ou tiers de degré de la division du limbe.

78. Supposons par exemple que le *zéro* du *Nonius* de l'alidade se trouve un peu au-delà du second tiers après le degré 42 du limbe, lorsqu'on vient d'observer un angle : & qu'on voit que c'est la huitieme division du *Nonius* qui correspond exactement avec une des divisions du limbe : dans ce cas les 42 degrés & les deux tiers de degré, dont chacun vaut 20 minutes, font 42 degrés & 40 minutes, qui, avec les 8 minutes marquées par les *Nonius*, font la somme totale de 42 degrés 48 minutes pour la valeur de l'angle observé.

79. Par cette maniere on trouve les degrés & les tiers de degré gravés tout entiers sur le limbe, en allant de M jusqu'à R, c'est-à-dire, depuis 0 degré jusqu'à 90 degrés dans les Octants, & jusqu'à 120 degrés dans les Sextants, en observant par devant. Mais, pour un nombre de minutes au-dessous de 20, on ne les trouve que par le moyen du *Nonius*. Lorsque les instrumens sont d'un rayon fort petit, on divise chaque

degré en deux moitiés; & on fait le *Nonius* de 30 divisions, pour marquer les minutes au-dessous de chaque demi degré. (*Voy.* cet objet plus détaillé dans la *note W*). M. de Fouchy a trouvé une manière fort ingénieuse pour subdiviser les petites portions du limbe, dont je ne puis m'empêcher de donner une idée dans la *Note X*.

*Du Miroir de l'Alidade.*

80. Les lettres *Nn* marquent une espèce de châssis dans lequel se trouve le miroir de l'index, avec la surface réfléchissante tournée vers B. On voit le corps de ce châssis dans la *fig. 13*. La pièce représentée par la *fig. 14* entre dans le fond du châssis par derrière le verre, du côté qu'il est étamé; de façon qu'en tournant la vis *E*, les rebords *ab*, *cd* de cette pièce qui sont un peu élevés, se trouvent par-là appuyés contre les côtés du verre, dont on laisse tout exprès ces endroits sans étamage; & de cette manière on tient ferme le miroir dans cette boîte ou châssis.

81. Mais, comme il peut arriver que la pression de cette vis *E* fasse plier le verre tant soit peu, ce qui changeroit sa surface, laquelle doit être parfaitement plane; on a le soin, dans les instrumens les mieux faits, de laisser seulement trois pointes, ou portions des bords de cette boîte, en forme d'agraffes, pour retenir le verre du miroir. La figure 27 montre cette même boîte ou châssis avec les 3 agraffes *bca*, en forme de crochets, & c'est contre ces trois crochets que le miroir est appuyé, moyennant les 3 pointes *bca* de la pièce, figure 14, qui y sont vis-à-vis: car la vis *E*, figure 10, presse cette pièce contre le verre du miroir, comme on vient de le dire. La boîte ou châssis *Nn*, toute entière avec le miroir dedans, tient à l'alidade uniquement par la vis *F*; l'autre vis *G* ne sert que pour la rendre bien perpendiculaire au plan de l'instrument, comme on le dira dans la suite.

82. Ce miroir *Nn* de l'alidade est étamé en entier dans les instrumens ordinaires: mais on le fait presque demi-étamé & demi-noirci dans les meilleurs instrumens, pour pouvoir prendre l'image du soleil réfléchi sur la première surface de la partie noircie de ce miroir, lorsque le soleil est très clair & brillant. Dans ce cas l'image, ainsi réfléchi, est bien mieux tranchée, & ne participe aucunement des imperfections qui peuvent se trouver dans l'autre surface postérieure, ni du défaut de parfait parallélisme, que ces deux surfaces pourroient avoir.

83. Lorsqu'on fait usage de cette surface obscurcie, on met la pièce de la figure 19 devant la partie étamée: ou autrement on en élève une autre dont quelques instrumens sont garnis, qui se trouve tout près du même miroir *Nn*, & qui tourne sur deux pivots. La partie noircie ou non étamée de ce miroir doit garder une certaine proportion avec la partie étamée, comme on le verra dans le n°. 100 & suivans.

*Des Miroirs métalliques.*

84. On faisoit, il y a quelques années, le miroir de l'alidade du même métal dont on forme les miroirs des télescopes à réflexion : mais la difficulté de conserver le poli de ces miroirs métalliques, de leur éviter une espece de rouille qui les ternit en peu de tems, malgré tous les soins & les attentions qu'on prenoit en les conservant couverts d'une espece de sac de peau de chamois; & la cherté de ces miroirs, lorsqu'ils étoient bien plans & bien polis, ont dégoûté entièrement les marins; ensorte qu'à peine en trouve-t-on quelqu'un qui les emploie aujourd'hui dans son instrument.

*Du Miroir horizontal pour observer par devant.*

85. La lettre B marque le petit miroir horizontal qui sert pour observer par devant. Ce miroir est étamé dans une moitié; l'autre moitié est transparente & sans étamage. La moitié étamée est la plus proche du corps de l'instrument. Ce petit miroir est placé aussi dans une petite boîte ou chassîs, à peu près comme celle *Nn* de l'alidade, à l'exception que la partie, correspondante à la moitié non étamée de ce miroir, est ouverte & à jour.

86. Mais il vaut mieux laisser la partie transparente du miroir tout-à-fait découverte, sans aucune virole ou chassîs qui puissent l'environner, comme l'on voit par les figures de M. Hadley dans les *Transactions Philosophiques*. On a alors le champ de vision plus découvert & libre pour chercher l'objet: & d'ailleurs le petit miroir n'est pas plus exposé à être cassé d'une maniere que de l'autre: sa petitesse le rend plus capable de résister à des chocs ordinaires, & le même accident qui le feroit casser étant à découvert, l'endommageroit également, s'il étoit dans la petite boîte. C'est par cette raison que les bons Artistes arrangent de cette maniere ces miroirs horizontaux, n'employant que le demi-chassîs ou boîte représentée par la figure 15, qui sert à retenir le verre de chaque miroir horizontal.

87. Les deux petites vis qui sont en *a* & *b*, fig. 15, poussent la partie *W* de l'équerre, figure 16, contre le verre qui est retenu par les bords *nm*, *cd* de la demi-boîte, & les deux rebords *rt*, *su* de cette surface de la petite équerre, qui sont un peu élevés, font que cette équerre ne touche que sur les deux côtés du miroir, qu'on laisse tout exprès à découvert sans aucun étamage. Ce miroir B est arrêté avec son chassîs sur un petit cercle épais de métal: & a la même mécanique que le miroir A dont je vais parler, pour tourner d'un côté ou de l'autre, & pour l'arrêter dans la position qu'il faut.

*Du Miroir horizontal, pour observer par derriere.*

88. Le miroir A, *figure 10*, est en tout semblable au miroir B, excepté dans son usage, qui est pour observer par derriere, au lieu que B sert uniquement pour observer par devant : c'est par cette raison que celui-ci est parallèle au miroir de l'alidade, lorsqu'elle se trouve au 0 du limbe ; au lieu que le miroir A lui est perpendiculaire dans la même position.

89. Quelques Artistes ordinaires ne laissent plus qu'une petite bande transparente au milieu de ce miroir A, & étament tout le reste de sa surface ; mais c'est une méthode nuisible, qui rend son usage bien plus difficile dans la pratique, & qu'il faut éviter absolument.

*De la monture des Miroirs horizontaux.*

90. Chacun de ces miroirs horizontaux B & A, *figure 10*, est monté sur un cercle épais de métal qui tient à un autre marqué S par les deux vis O, L, qu'on voit distinctement de chaque côté du miroir A. La vis O du miroir B est cachée par derriere.

91. Ces deux vis servent pour mettre ces miroirs dans la position perpendiculaire au plan de l'instrument, comme on le dira dans la suite : car il y a un appui formé par un petit rebord, ou par deux pointes, au-dessous de chaque cercle respectif ; & en lâchant, par exemple, la vis L, & serrant l'autre vis O, ou en faisant le contraire, on fait pencher ce miroir, comme on le veut, en avant ou en derriere. Cette méthode est la plus commune : mais M. Dollond en a imaginé une autre bien plus commode, qui consiste à mettre chaque miroir horizontal sur un ressort qui est retenu & bandé par une vis, (*Voyez les figures 11 & 12*) & on peut tourner plus ou moins cette vis par le dos de l'instrument, tandis qu'on regarde l'objet, moyennant la clef de la *figure 21*.

92. Le cercle épais S, *figure 10*, a un axe qui passe à travers le plan de l'instrument, & porte à son bout un levier pour donner à chaque miroir horizontal la position qu'il faut, dans le sens du plan de l'instrument. Ce levier se trouve caché par derriere l'instrument dans la *figure 10* ; mais on le voit représenté séparément dans la *figure 24* ; *bc* est ce levier qui tient fortement au bout quarré de l'axe en question, marqué par de petits points, moyennant la vis *a*. Le bout *c* de ce levier entre dans l'échancrure de la petite piece *dng*, qui est arrêtée au corps de l'instrument par la vis *e*.

93. Ce levier sert à donner un mouvement assez lent de rotation au miroir A, pour le tourner parallèlement au plan de l'instrument, jusqu'à

ce qu'il soit ajusté dans la position qu'il faut, comme on le dira dans la suite. On lâche pour cela la vis *p*, & on tourne, autant qu'il est nécessaire, les deux petits bras de la piece *dn*, qui pousse la pointe *c* du levier; & lorsqu'on trouve le miroir dans la position qu'on veut, on serre la vis *p* pour le tenir ferme dans cette situation.

94. Cette espece de levier sera d'autant plus commode pour produire très-lentement l'effet dont il s'agit, qu'il sera plus grand: on peut également le faire en forme d'un Secteur, dentelé comme dans la figure 9. Le pignon *c* servira à le faire tourner d'un côté ou de l'autre; & la vis *b*, à l'arrêter dans la position qu'il faut.

95. Les Artistes employent quelquefois une autre méthode pour donner le mouvement de rotation à ces miroirs. Ils travaillent en pas de vis un petit cercle épais de métal, qu'ils ajoutent au bout inférieur de l'axe de ces miroirs horisontaux B & A, & ils y appliquent une vis sans fin, qui produit le même effet.

96. Quelquefois cette vis sans fin est adaptée à la partie supérieure du même cercle de métal, qui porte le miroir, comme on le voit dans les figures de M. Hadley ci-dessus, aussi bien que dans la figure 12 de la planche II, dans laquelle la lettre *a* marque le cercle de métal qui porte le miroir A, & *b c* est la vis sans fin, qu'on fait tourner avec la clef représentée dans la figure 21, & qu'on garde dans l'endroit T (figure 11 & 12) du corps de l'instrument.

*Des Miroirs horisontaux des Instrumens nouveaux.*

97. La fig. 11 représente un des Octants nouveaux, dont les propriétés ont été expliquées dans le *Mémoire* précédent. Le miroir horisontal B est celui qui sert pour les observations par devant: il est monté sur la plaque ou bras PV; cette piece tourne dans l'axe du cercle dentelé ZP, moyennant le pignon *s*, qui est dessous, & peut y être arrêté par la vis dont on voit seulement le bout *r*, qui serre une petite agraffe par-dessous.

98. Ce cercle ZP peut être arrêté, ou mis en mouvement, par un pignon qui est dessous, & par l'agraffe *w* à double charniere. Les lettres *v x* de la figure montrent les deux bouts du pignon & de la vis de l'agraffe, qui sont par-dessous. Il y a différentes échancrures sur le bras NXM du corps de l'instrument, & une marquée K dans la partie intérieure du limbe; cette dernière sert pour y mettre la pinnule de la figure 23, lorsqu'on ajuste le parallélisme du miroir B, comme il est dit au n°. 14 du *Mémoire*. Celle marquée X, sert pour y mettre la même pinnule de la figure 23, lorsqu'on ajuste le parallélisme du miroir A (n°. 14). Les

autres marquées par des nombres , montrent où la pinnule doit être mise ; lorsque l'instrument est rectifié pour observer des angles plus grands que son limbe , comme on le dira dans la suite.

99. La figure 12 représente un Sextant de la construction dont on a parlé dans le n°. 38. La plaque ou bras *da* porte les deux miroirs B & A : il est monté sur l'axe *d* du Secteur *fd r*, & on peut l'arrêter ou le mouvoir par le moyen d'un pignon & d'une agraffe à vis , qui sont par - dessous , dont les deux bouts paroissent en *a* & *t*. Le reste sera aisément entendu par la description, qu'on a déjà faite dans le Mémoire précédent.

*Dimension & étamage des Miroirs.*

100. La longueur de tous ces miroirs , dans le sens du plan de l'instrument , est arbitraire jusqu'à un certain point. Je trouve que la longueur de 2 pouces , ou de deux pouces & 3 lignes , est suffisante pour le miroir de l'alidade : & 10 ou 11 lignes pour celle de chaque miroir horizontal.

101. Mais la hauteur de ces miroirs , dans le sens perpendiculaire au plan de l'instrument , doit être la même pour tous les 3 miroirs : elle dépend de l'ouverture de la lunette , lorsqu'il y en a une adaptée à l'instrument. Mais , si quelqu'un vouloit employer un instrument de cette espece , uniquement pour mesurer des angles terrestres , sans faire aucun usage du soleil ou d'autre astre lumineux , il feroit mieux d'y mettre des miroirs horizontaux , dont la hauteur ne seroit au-delà de leur partie étamée , & sans aucune partie transparente ; car elle n'est alors d'aucun usage , & au contraire elle devient un peu embarrassante.

102. Le miroir de l'alidade est ordinairement étamé en entier , comme je viens de le dire ; mais il vaudroit mieux avoir 4 ou 5 lignes dans la partie supérieure , tout-à-fait dépolies & couvertes d'un noir mate pour les raisons qu'on verra ci-après. Les deux miroirs horizontaux sont étamés jusqu'à 4 ou 5 lignes de hauteur dans la partie inférieure , qui est la plus proche du plan de l'instrument ; on laisse le reste de ces miroirs transparens , sans aucun étamage.

103. Lorsque l'instrument est garni d'une lunette , on règle alors la hauteur de l'étamage des miroirs horizontaux ; en sorte que le milieu de l'ouverture de l'objectif de la lunette puisse correspondre au bord supérieur de la partie étamée de chaque miroir horizontal , lorsque l'axe de la lunette est parallèle au plan de l'instrument , & qu'elle est le plus près de ce même plan. La partie supérieure qui est transparente , doit avoir environ deux diamètres du même objectif , ce qui fait environ deux diamètres & demi pour la hauteur totale.

# DES OCTANTS, &c.

31

104. Pour ce qui regarde la partie étamée du miroir de l'alidade, elle doit avoir environ un diamètre & demi de l'ouverture de la lunette, & la partie non transparente ou noircie aura un peu plus d'un diamètre. On verra par la table suivante toutes ces dimensions, conformément aux différentes ouvertures des lunettes.

*Ces mesures sont en lignes & demi-lignes du pouce de pied de Roi de Paris.*

| Diametre de l'ouverture de la lunette.....          | 3                | 4                 | 5                | 6                 |
|---|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Hauteur totale des miroirs.....                     | 9                | 11, $\frac{1}{2}$ | 14               | 16, $\frac{1}{2}$ |
| Hauteur de la partie étamée du miroir de l'alidade. | 5, $\frac{1}{2}$ | 7                 | 8, $\frac{1}{2}$ | 10                |
| Hauteur de la partie non étamée, & noircie mate.    | 3, $\frac{1}{2}$ | 4, $\frac{1}{2}$  | 5, $\frac{1}{2}$ | 6, $\frac{1}{2}$  |
| Hauteur étamée des miroirs horifontaux.....         | 2                | 2, $\frac{1}{2}$  | 3                | 3, $\frac{1}{2}$  |
| Hauteur de la partie diaphane des miroirs horif.    | 7                | 9                 | 11               | 13                |

## Du choix des Miroirs.

105. La grande difficulté pour trouver des miroirs, dont les surfaces soient parfaitement parallèles & planes, devroit obliger les marins à se pourvoir toujours de deux instrumens : l'un seroit employé uniquement pour observer les hauteurs du soleil & de la lune, leurs distances respectives, & celles de la lune aux étoiles; le second pour les autres observations. Le premier auroit, au lieu du miroir dans l'alidade, un verre bien plan, dont la surface postérieure seroit dépolie & couverte d'un noir mate, pour y recevoir les rayons du soleil ou de la lune.

Les miroirs horifontaux seroient des verres simples, sans aucun étamage, & seulement avec la partie qui devroit en avoir, bien dépolie & noircie mate, comme le verre de l'alidade. Le second instrument devroit être comme à l'ordinaire.

106. Mais comme on aime mieux avoir toutes les bonnes qualités réunies dans un seul instrument, je vais donner l'idée du choix qu'on doit faire des verres pour former les miroirs.

On place une lunette fixe vis-à-vis un objet immobile : on fait passer successivement chaque verre devant l'objectif; & si ce verre est parfait, l'objet qu'on voit par la lunette ne doit point du tout changer de place. Voyez le n°. 128 sur ce même sujet.

107. Cependant, si les miroirs sont déjà faits, on peut les éprouver encore de différentes manieres : on prend le verre dans la main, & on y voit quelque objet brillant, & illuminé par le soleil, réfléchi sous un angle très-aigu. Si l'image réfléchie est bien tranchée & simple, cela prouve qu'il est bon. On peut faire usage d'une lunette qui grossisse 15 ou 20 fois,

pour voir plus distinctement cette image, ainsi réfléchie sous un angle bien aigu: lorsqu'on y voit deux images, cela montre que le miroir n'est pas bon. En outre quand on observe avec l'instrument l'image du soleil sous une incidence bien aiguë, comme, par exemple; avec l'alidade à 120 degrés du limbe des Sextants, on s'apercevra aisément de la bonté des miroirs: car l'image doit toujours être simple, bien tranchée & bien distincte.

108. Enfin, si l'on met le miroir de l'alidade à rebours dans le chaffis après avoir pris un angle quelconque: c'est-à-dire, si, après avoir observé un angle avec l'instrument bien ajusté, comme on le dira à sa place n°. 173, l'on tourne le miroir de l'alidade, mettant en bas le bord supérieur, & en haut celui qui étoit en bas; & qu'alors on le rectifie de nouveau, en le mettant parallèle au miroir horizontal, & l'on fait l'ajustement nécessaire du n°. 173. Dans ce cas, si l'on observe le même angle, & que cette observation ne soit pas égale à la première, cela montrera que le miroir n'est pas bon. (*Voyez le n°. 164*).

109. Cependant, si les deux surfaces du miroir ne sont point parallèles, mais que l'intersection commune des deux plans soit parallèle au plan de l'instrument; pour lors ce défaut ne causera aucune erreur dans les observations, comme le même M. Hadley en a averti, lorsqu'il publia la construction de ces instrumens. Cependant il faut avouer qu'il n'est pas aisé de s'assurer de l'exacte position de cette intersection des deux surfaces en question: on peut néanmoins y employer une méthode à peu près semblable à celle du n°. 126.

110. Ce n'est pas assez que les deux surfaces de chaque miroir soient parallèles, il faut qu'elles soient parfaitement planes. On peut éprouver cela en observant avec l'instrument l'union de deux objets bien éclairés & distans l'un de l'autre, & faire courir les deux images ainsi unies le long du bord éramé du miroir horizontal; en baissant l'instrument bien attentivement dans le plan qui passe par les deux objets: car, s'il y a quelque courbure ou convexité, on verra que les deux images se séparent ou se croisent; mais sans une grande attention & une connoissance pratique de cette opération, on pourra se tromper aisément, dès qu'on laissera sortir le plan de l'instrument de la direction de celui qui passe par les deux objets; parce que les images s'écarteront par cette cause, peut-être sans qu'il y ait aucun défaut dans les miroirs.

111. Si l'un de ces objets est assez lumineux pour avoir son image réfléchie sur la surface transparente du miroir horizontal, on pourra y examiner plus commodément la même union de son image avec l'autre objet.

objet, en prenant la précaution de bien conserver le plan de l'instrument dans celui qui passe par les deux objets, tandis qu'on fait mouvoir leurs images le long de la surface du miroir horizontal, dans un sens parallèle au plan du même instrument.]

*Des Pinnules simples.*

112. La piece H, (même figure 10), représente une pinnule pour observer *par devant* : elle a deux trous dont on peut fermer un à la fois, par le moyen d'une petite piece ou coulisse qui le bouche. Le trou le plus près du corps de l'instrument, doit être à la même hauteur du bord supérieur de l'étamage du miroir B : il sert pour observer l'image de l'objet, ou plutôt sa moitié, réfléchie sur la surface étamée de ce miroir; & l'autre moitié par des rayons directs, à travers la partie transparente du même miroir B. Le trou supérieur sert pour observer l'image de l'objet réfléchie sur la partie transparente du même miroir B; ce qui est avantageux lorsqu'on observe le soleil, & qu'il n'y a aucun nuage ni brouillard; car alors ses rayons brillent assez fortement, pour former une image bien sensible sur la première surface de ce miroir B.

113. On peut même, dans un cas pareil, prendre la première image du soleil sur la partie noircie du miroir de l'alidade : alors il doit y avoir, dans la pinnule, un troisième trou à la hauteur de cette partie obscure du verre Nn. On voit en K (même figure 10) une seconde pinnule entièrement semblable à la première, qui sert pour observer par derrière sur le miroir A.

*Des Pinnules à tube.*

114. Quelques Marins employent un tube de métal, monté sur la pinnule, pour diriger plus aisément la vue parallèlement au plan de l'instrument; ce qui est en effet fort avantageux pour obtenir cette fin. Il faut alors que ce tube soit bouché du côté de l'œil de l'observateur, & qu'il y ait, dans cette extrémité bouchée du tube, les 3 trous dont on vient de parler dans le n°. précédent, selon les distances convenables. Outre cela, il faut mettre deux fils de métal un peu forts dans l'embouchure de l'autre côté, pour diviser le champ de vision en trois parties correspondantes aux trois trous.

*Des Pinnules à lunette.*

115. Dans les meilleurs instrumens on fait ces pinnules, en sorte qu'elles puissent porter une petite lunette : ordinairement ces pinnules sont attachées au corps de l'instrument, ce qui est quelquefois incommode : mais on les fait aussi détachées, pour les ajouter seulement lors-

qu'on en veut faire usage. La *figure 23* montre une de ces dernières pinnules. Le cercle *ab* est composé de deux parties : celle qu'on voit de face, est à jour avec un pas de vis en dedans : elle est représentée comme bouchée par une piece ronde, avec un trou au milieu, soutenue par une goupille derriere la vis *a*, dont on parlera tantôt. Lorsqu'on détourne de côté cette piece, pour lors elle reste dans la position qu'on voit marquée dans la figure par un cercle de points; on y peut alors monter la lunette de la *figure 22*, soit par le collet *bb* ou par le collet *aa* de cette lunette; car tous les deux sont du même pas de vis. Ce cercle *ab* de la *figure 23* ne tient que par les deux petites vis *a* & *b* à celui qui est derriere : ce dernier est d'une seule piece, avec une tige quadrangulaire ou même triangulaire (ce qui vaut mieux), laquelle passe au-dedans du corps cylindrique *cc* : cette tige peut être poussée en haut vers *a*, ou en bas vers *e*, par le moyen de la vis *f*. Il y a une petite vis à côté du cylindre *ce*, qui sert à pousser cette tige contre l'angle opposé, pour éviter qu'elle soit chancelante dans son chassis.

116. Le corps *gd* *fig. 23* est une espece d'anneau, qui entre à vis sur le corps cylindrique *ce*; de façon que, pour monter cette pinnule, par exemple, dans l'échancrure sémi-circulaire *X* de la *fig. 11*, on fait entrer les deux pointes *co* de la *fig. 23* dans les deux trous *oo*, qui sont de chaque côté; &, en serrant l'anneau *gd* de la même *figure 23*, la pinnule reste aussi ferme qu'il le faut. On peut employer également cette pinnule sans aucune lunette : on observe alors par le trou qui est au milieu, lorsqu'elle est bouchée par la piece ci-dessus : mais il faut avoir alors des marques sur la tige quarrée ou triangulaire *be*, qui soient correspondans aux différentes hauteurs dont on a parlé au n°. 112 & 113.

#### De la Lunette.

117. La lunette est représentée dans la *fig. 22*; elle a deux collets à vis, pour être montée dans la pinnule de la *fig. 23*. Celui *bb* est le plus éloigné de l'objectif : c'est par lui qu'on la monte dans la pinnule pour observer par devant; mais lorsqu'on veut observer par derriere, on la monte alors par l'endroit *aa*, parce qu'il y a toujours un fort petit espace entre l'endroit de la pinnule qui porte la lunette, & le verre *A*.

118. Les oculaires de cette lunette sont convexes : on n'y en met que seulement deux; ce qui fait paroître les objets renversés. Si l'on employoit plus d'oculaires pour redresser les objets, alors la longueur du total de la lunette deviendrait incommode pour ces instrumens. Elle doit grossir environ 4 ou 5 fois le diametre des objets, & il est fort avantageux que son objectif soit achromatique à deux verres : son champ

doit avoir 7 ou même 9 degrés de diamètre : & on le divisera en trois parties à peu près égales, par deux fils un peu épais de métal, qu'on met parallèles dans le foyer du premier oculaire, entre celui-ci & le second oculaire.

119. On ajoute au tuyau des oculaires une calotte, garnie d'un verre obscur pour regarder le soleil, sans s'offenser la vue, lorsqu'on l'observe pour la rectification de l'instrument. Si ce verre est trop foible, on peut le rendre plus obscur, en le passant sur la fumée d'une chandelle, du côté intérieur : mais il vaut mieux employer deux verres enfumés dans une coulisse pratiquée dans le bout de ce tuyau des oculaires. Ces verres étant proprement enfumés, de façon qu'ils soient bien plus foncés d'un bout que de l'autre, donnent l'avantage de pouvoir employer la nuance nécessaire pour affaiblir les rayons du soleil jusqu'au point qu'on le souhaite.

120. La lunette dont je viens de parler, montre les objets renversés ; mais on les voit alors beaucoup plus distinctement qu'en employant un oculaire concave pour les voir dans la position naturelle, ce qui est de très-peu de conséquence dans les objets célestes. Cependant il est bon d'avoir aussi un autre tuyau avec cet oculaire concave : on le fournit ordinairement avec la lunette, & on le garde séparément pour en user dans l'occasion. *Voyez la description d'une de ces lunettes dans la Note Y*. Quelques-uns employent un tube de métal sans aucun verre, (au lieu de la lunette), monté dans la pinnule, comme on l'a dit dans le n°. 114 : mais il n'y a rien qui approche de l'exactitude d'une bonne lunette, si elle est bien montée.

#### *Des Verres obscurs.*

121. La lettre J (*figure 10*) montre les verres obscurs : il y en a trois ; & on les voit représentés séparément de l'instrument, dans la *figure 17*, sous la forme ordinaire. On devrait avoir deux assortimens de ces verres obscurs, particulièrement lorsqu'on n'a pas de lunette ; car il faut affaiblir l'image du soleil (n°. 167) derrière les miroirs horizontaux, lorsqu'on rectifie l'instrument par cet objet, & dans le même temps, on doit affaiblir aussi, mais à un moindre degré, l'image réfléchie du miroir de l'alidade. Un des verres de chaque assortiment est rouge très foncé, l'autre est le moins foncé, & le troisième est ordinairement vert : on les applique pour affaiblir les rayons du soleil, plus ou moins, selon qu'ils sont plus ou moins éclatans, jusqu'à ce que la vue puisse les supporter. Il est nécessaire d'affaiblir aussi proportionnellement ceux de la lune, lorsqu'on l'observe.

122. Comme tous les trois verres sont montés dans une charnière *a*, *figure 17*, on peut employer chacun séparément, ou plusieurs ensemble,

E ij

selon qu'il le faut, tandis que le reste est tourné de l'autre côté. Lorsqu'on observe par devant, on met la tige qui porte ces verres dans le trou carré plus proche du miroir de l'alidade : on le voit marqué par *a* dans la *figure* 11. Pour observer par derrière, on la met dans l'autre trou marqué *b*, qui est un peu plus bas ; & , lorsqu'on veut affoiblir les rayons directs dans l'ajustement de l'instrument, on met cette tige par derrière les miroirs horizontaux, dans les trous qui s'y trouvent pour cela.

123. Mais, lorsqu'on veut avoir un angle instrumental (voyez *Note H*, n°. 1) assez aigu pour tirer le plus grand parti de ces instrumens, il faut arranger alors ces verres noirs dans une autre espece de chassis représenté par la *figure* 18, dont les deux côtés latéraux font ressort, pour soutenir en haut ceux qu'on ne veut pas employer dans l'observation.

124. Il n'est pas douteux qu'une coulisse simple de deux verres, appliqués l'un contre l'autre, & enfumés graduellement, bien moins obscurs à une extrémité qu'à l'autre, seroit moins embarrassante & plus avantageuse que l'attirail ordinaire des trois verres colorés. (Voyez le n°. 143).

*Maniere d'examiner les Verres obscurs, & ceux qu'on veut enfumer, ou, dont on veut faire des miroirs, &c.*

125. La méthode la plus simple pour examiner ces verres est de les monter dans l'instrument, & d'observer le soleil, en amenant son image réfléchie en contact avec l'autre image, vue par vision directe au travers de la partie diaphane du miroir horizontal, qu'on a soin de garnir d'un verre enfumé. On fixe l'alidade dans cette position, & on tourne le miroir obscur dans son chassis, pour voir si le contact de cette image est altéré, ou non : dans ce dernier cas le verre obscur est parfait.

126. Mais dans le premier cas il n'est pas bon. Cependant on peut s'en servir, si on le met dans une position telle, que l'intersection de l'inclinaison de ses surfaces soit parallèle au plan de l'instrument. Pour cet effet, il faut tourner encore le verre obscur dans son chassis, jusqu'à ce qu'on voie le plus grand écart de la coïncidence de cette image dans le sens de la ligne perpendiculaire au plan de l'instrument : dans ce cas, cette deviation ne causera point d'erreur dans les observations, pourvu qu'on fixe dans cette position le verre en son chassis, soit en pliant un peu plus le bord qui l'arrête, ou en y mettant un peu de colle, de poix ou de cire, &c. pour le tenir ferme. On peut faire cette épreuve aussi en amenant l'image du soleil en contact avec quelqu'objet, lorsque le soleil est près du midi : mais il faut faire cette opération avec une grande promptitude, de peur que la variation de la hauteur du soleil ne soit prise sur le compte de celle causée par le verre qu'on examine.

127. Si l'instrument est construit selon les principes que j'ai détaillés dans le Mémoire qui précède ce Traité, on pourra reconnoître aussi la valeur du vrai écart causé par chaque verre coloré, en faisant deux fois l'opération du problème 3, n°. 24, l'une par le soleil avec le verre qu'on veut examiner, & l'autre par quelqu'autre objet bien distant, assez défini; car la différence de ces deux résultats, divisée par le nombre des fois que le verre a été employé, montrera l'erreur de la deviation, & il faudra par la suite tenir compte de cette erreur dans chaque observation. (Voyez aussi le n°. 163 & suivant) Car toute rectification du limbe donnera des résultats différens, lorsqu'on la répètera avec des verres qui changeront la vraie direction des rayons visuels.

128. Il y a une autre méthode un peu plus laborieuse pour examiner le parallélisme des surfaces de ces verres obscurs, & de ceux dont on veut faire des miroirs, ou qu'on veut enfumer. On met les verres diaphanes successivement dans un châssis bien ferme, qui soit fixe vis-à-vis l'objectif d'une lunette arrêtée solidement sur quelque corps immobile; il faut que le foyer des oculaires soit garni de deux fils en croix: on regarde quelque objet éloigné à travers d'un verre transparent: s'il est parfait, on ne trouvera pas que l'objet, vu par la lunette sous quelqu'un des fils qui en croisent le champ, change de place, lorsqu'on fait tourner le verre transparent dans son châssis; mais si l'objet change de place dans le champ de la lunette, alors les surfaces de ce verre ne sont point parallèles. Néanmoins on pourra trouver, par cette méthode, la vraie intersection des deux surfaces, pour l'employer sans risque d'erreur, selon le n°. 109.

129. Lorsque ce sont des verres colorés, comme dans le cas présent, on prend un objet lumineux qui soit immobile; mais s'il n'est pas assez lumineux, on peut recueillir avec une lentille les rayons d'une lampe à plusieurs meches; &, par le moyen d'un oculaire qu'on applique à son foyer, on fera sortir cette lumière ainsi rassemblée, sensiblement parallèle, jusqu'à tomber sur le verre qu'on veut éprouver, & qu'on emploiera selon la méthode ci-dessus.

*De la Mire directrice pour observer par derrière.*

130. La lettre W, figure 10, montre une espece de mire pour viser directement à l'objet, lorsqu'on l'observe par derrière, sans employer la lunette: cette piece sert pour conserver le plan de l'instrument dans la direction de celui, qui passe par les deux objets qu'on compare, & par l'œil de l'observateur: elle est fort utile & même nécessaire pour cet effet.

sans quoi les observations ne peuvent pas être bien faites. M. Hadley l'avoit recommandée dès le commencement de la publication de ces instrumens, & par une négligence inexcusable, elle fut omise pendant long-tems par les Artistes. C'est une espece de coulisse perpendiculaire au plan de l'instrument, qu'on met à la hauteur du trou correspondant de la pinnule K, en l'ajustant selon le nombre qui doit répondre à celui de la pinnule, par lequel on veut observer. M. Hadley employoit cette piece avec une ouverture garnie d'une croix composée de deux fils, qui doit être conservée dans ces instrumens, lorsqu'ils ne sont pas garnis d'une lunette. Le fil perpendiculaire au plan de l'instrument sert pour mieux conserver sa perpendicularité dans les observations à l'horison ; & l'autre fil vertical, qui est parallele au plan de l'instrument, sert pour aider à le conserver dans le plan qui passe par les objets qu'on observe, & par l'œil de l'observateur.

*De la Directrice, pour observer par devant.*

131. On voit par la description que M. Hadley donna de cet instrument, que la pinnule oculaire & cette directrice étoient toutes deux fixes sur une même piece ; & qu'on devoit les appliquer également à l'observation par devant, & à celle par derriere. Il est étrange que personne n'ait songé à rétablir une piece si importante pour l'observation par devant, lorsqu'on n'emploie point la lunette. Je l'ai marquée par des points dans la *figure 10*, par derriere le miroir B.

132. Cette directrice doit avoir également une croix de deux fils, comme la premiere W de l'observation par derriere, & on fera deux marques correspondantes à la hauteur des deux trous de la pinnule H, les plus éloignés du plan de l'instrument, pour la mettre à chacune de ces hauteurs, lorsqu'on voudra observer l'image réfléchie du soleil sur la partie transparente du miroir B.

*De la position respective des Miroirs, des Pinnules, & des Verres noirs de ces Instrumens.*

133. J'ai déjà remarqué ci-dessus, dans le n°. 48 du Mémoire précédent, que les Artistes rendoient un très-mauvais service à ces instrumens, en mettant le miroir Nn, *figure 10*, dans une direction de plusieurs degrés en avant de la ligne, qui, partant du centre ou axe de l'alidade, en parcoureroit le milieu dans toute sa longueur.

134. Car, à moins de mettre les miroirs horizontaux énormément éloignés du côté NR de l'instrument, on aura toujours une incidence trop aiguë pour les rayons, qui viendront du miroir de l'alidade à chacun

des miroirs horifontaux, lorsqu'on observe des angles qui seront mesurés par les divisions vers le bout R du limbe. C'est par l'ignorance de ce principe, qu'on a objecté aux Sextans marins l'incidence trop oblique des rayons, lorsqu'on observe les angles les plus grands, comme on l'a remarqué dans le n°. 15 ci-dessus.

135. Le miroir *Nn* doit être tout au plus dans la direction de la ligne qui passe par le milieu de l'alidade, & non dans aucune autre qui la coupe sous quelqu'angle en avant : au contraire on trouvera de l'avantage à mettre ce miroir quelques degrés en arriere. Je donnerai une idée générale pour tirer le plus grand parti de ces instrumens, sans gêner les Artistes avec la détermination de leurs angles, qui d'ailleurs peuvent varier considérablement, selon qu'on désirera obtenir quelques avantages, préférablement à d'autres dont ces instrumens sont susceptibles.

136. Voici la regle pour fixer avec le plus grand avantage leurs distances respectives. Je suppose un instrument dont le rayon soit de 17 ou 18 pouces : tirez un arc sur la branche S, *fig. 10*, du corps de l'instrument, en mettant la pointe de votre compas dans le centre de l'alidade, &, pour cela, servez-vous d'un rayon de 6 à 7 pouces, (& même plus, si vous destinez votre instrument pour des angles fort grands). Marquez sur cet arc l'endroit pour placer le miroir A, à une ou deux lignes de distance de l'alidade; de façon qu'elle ne puisse le toucher, lorsqu'on l'amenera aux dernières divisions du côté R du limbe.

137. Prenez avec le compas la distance de deux pouces & demi, trois pouces, ou même trois pouces & demi, car j'ai vu des instrumens différens qui réussissoient fort bien avec toute cette variété dans les distances des deux miroirs : mettez la pointe du compas au centre de l'endroit marqué pour le miroir A : tracez y un arc de cercle vers la partie supérieure du centre de l'instrument. Tirez une ligne entre ces deux centres (du miroir A & du miroir *Nn*), & marquez y l'endroit du miroir B, en sorte qu'il soit tout-à-fait au dehors de cette ligne d'environ un sixieme ou d'un quatrieme de pouce, afin qu'il n'empêche point les rayons, réfléchis du miroir *Nn*, de tomber en A.

138. Pour ce qui regarde l'endroit pour placer la pinnule H, je suis d'avis qu'on la mette bien plus près du miroir *Nn* que la figure 10 ne le représente. Plus on la placera proche du centre de l'instrument, comme on le voit dans la *figure 12*, plus l'angle instrumental (dont je parlerai dans la *Note H*) sera petit, & moins les incidences des rayons sur le miroir *Nn* seront aiguës, lorsqu'on observera des angles de 120 degrés & plus par devant, comme il arrive dans les Sextants, ou des angles d'environ 90 degrés dans les Octants.

139. Mais, pour ces derniers, c'est assez de mettre la pinnule H à environ 2 pouces du centre de l'alidade; il faut qu'elle soit assez en arriere, pour que l'alidade ne la touche point, lorsqu'on la menera au bout des divisions du côté M du limbe. La pinnule de la *figure 10* est à environ 3 pouces 9 lignes du centre de l'alidade, qui est la distance ordinaire que les Artistes lui donnent; mais il vaut mieux que cette distance soit bien plus petite.

140. L'inclination des plans des trois miroirs est fort aisée à déterminer; car, ayant mis chaque miroir en sa place, on tourne petit à petit le miroir B & le miroir Nn, jusqu'à ce qu'on puisse voir, en regardant par la pinnule H, l'image réfléchie d'un objet distant & distinct par les deux réflexions de N en B, & de B en H, unie en parfaite coïncidence avec le même objet vu par des rayons directs au travers de la partie transparente du miroir B. On arrête alors les deux miroirs dans cette position par deux goupilles, pour lesquelles on fait des trous de forez sur la platine de chaque miroir, tandis que tous les deux sont encore dans la même position.

141. On trouve la position du miroir A, en le mettant à angle droit, ou perpendiculaire à la ligne qui passe par la surface du miroir Nn prolongée, dont on a déjà fixé la position: l'endroit de la pinnule K doit être assigné dans la ligne qui passe par le milieu du miroir A, jusqu'à l'œil de l'observateur, lorsqu'il y voit l'image du miroir Nn réfléchie bien au milieu. Il vaut mieux ne pas mettre cette pinnule K trop près du miroir A, comme les Artistes le font ordinairement, & comme la *figure 10* le fait voir: autrement il reste fort peu de place pour y appliquer des pinnules à tube ou à lunette, dont on a parlé dans le n°. 114 & 115.

142. Il faut placer les verres obscurs de façon qu'on puisse affaiblir les rayons réfléchis du miroir de l'alidade. On doit avoir aussi des entailles ou trous, pour les mettre derriere les verres horisontaux, lorsqu'on observe le soleil par des rayons directs dans la rectification par cet astre, & lorsqu'on en mesure le diametre. Les Artistes fixent l'endroit des verres obscurs dans la ligne qui passe par les centres du même miroir Nn & du miroir B pour observer par devant; & dans la ligne qui passe par les centres du même miroir Nn, & du miroir A, pour les observations par derriere; en sorte qu'ils puissent affaiblir les rayons de l'objet trop lumineux après la premiere réflexion & avant la seconde; mais il arrive qu'en donnant un angle instrumental assez petit à la disposition des miroirs; il reste à peine de la place pour les appliquer sans qu'ils causent un double effet, en s'interposant aussi aux rayons incidens, lorsque l'alidade est près du zéro degré du limbe, ce qu'il faut éviter.

143. Ainsi il sera bien plus avantageux de suivre la méthode de M. Hadley, qui appliquoit ces verres obscurs pour affoiblir les rayons incidens, avant la première réflexion : particulièrement, si l'on adopte l'usage des verres enfumés dont j'ai parlé dans le n°. 124, on pourra adapter alors la coulisse qui les porte, sur une plaque qui tournera dans un centre par-dessous la tête de l'instrument, à peu de distance du centre de l'alidade. Il y aura dans ce cas une autre plaque pareille du côté des miroirs horizontaux, pour y monter cette coulisse, lorsqu'on ajuste l'instrument.

*De la disposition des Octants nouveaux.*

144. La figure 29, planche première, montre la disposition des Octants nouveaux. Tirez un arc du centre  $n$ , de 150 degrés depuis  $r$  jusqu'à  $f$ , avec un rayon de 15 ou 18 pouces : marquez le point  $a$  à la distance d'environ 2 pouces de la ligne  $nr$ , tirée du centre  $n$ , & à la distance de 7 pouces de ce même centre  $n$  ; ce point  $a$  sera l'endroit du miroir A : mettez la pointe du compas en  $a$  : tracez l'arc  $ns$  ; tirez le rayon  $nm$  à 45 degrés du point  $r$  : la ligne  $ax$  qui passera par l'intersection de l'arc  $ns$  avec le rayon  $nm$ , montrera l'endroit de la pinnule pour trouver le parallélisme du miroir A avec celui de l'alidade.

145. Tirez un rayon  $nc$  à la distance de 60 degrés du point  $r$  : & la ligne  $ag$ , tirée de  $a$  par l'intersection de ce rayon avec l'arc  $ns$ , montrera l'endroit de la pinnule pour observer jusqu'à 120 degrés, selon le Problème 1, n°. 14 ; & comme on l'a dit dans le n°. 47. Le rayon  $nd$ , à la distance de 65 degrés de  $r$ , montrera, par son intersection avec le même arc  $ns$ , par où doit être tirée la ligne  $ah$ , pour la pinnule qui servira à observer jusqu'à 130 degrés. De même, le rayon  $ne$ , à la distance de 70 degrés du point  $r$ , montrera par son intersection avec l'arc  $ns$ , par où doit passer la ligne  $at$  qui marquera sur le bras  $nm$  de l'instrument l'endroit de la pinnule, pour observer jusqu'à 140 degrés. Enfin la ligne  $au$  qui passe par l'intersection de l'arc  $ns$ , avec le rayon  $nf$  à la distance de soixante-quinze degrés du point  $r$ , montrera l'endroit de la pinnule, pour observer jusqu'à cent cinquante degrés, selon le Problème I.

146. A présent tirez une ligne  $zu$ , perpendiculaire au rayon  $nm$ , qui passe à la distance d'un pouce, ou environ, du centre  $n$ . Décrivez du centre  $a$  un arc  $bz$  qui coupe sur cette ligne une corde de 45 degrés depuis  $z$  jusqu'à  $b$ , le rayon  $ab$  ou  $az$  sera la longueur du bras PV, fig. 11, qui porte les miroirs horizontaux du n°. 97, 85 & 88 : prenez la distance  $bq$  égale à  $bn$ , & tirez la ligne  $bqk$ , qui marquera sur le limbe l'endroit où l'on doit mettre la pinnule K pour observer le parallélisme du miroir  $b$  avec le miroir  $n$ , lorsque l'alidade sera à 90 degrés dans l'extrémité  $r$  du même limbe. Si l'on tire la ligne  $zw$  à une distance égale à celle de

la ligne  $zu$  au centre  $n$ ; l'intersection qu'elle fera sur le bras  $nm$ , montrera l'endroit de la pinnule, pour observer par devant sur le miroir  $Z$ .

*Disposition des Sextants nouveaux.*

147. Le détail qu'on vient de donner pour la construction de ces Octants, étant une fois bien entendu, sera suffisant pour mettre les Artistes à même de faire les Sextants de la *figure quatrième*, dont on a parlé dans le n°. 34, & pour ceux de la *figure cinquième*. C'est assez de jeter les yeux sur cette *figure*, & de lire avec un peu d'attention les numéros 36 & 37, pour ne pouvoir pas se méprendre. On en dit autant de celui représenté par la *figure 12*, dont on voit aussi le dessin original des distances respectives de ces parties, dans la *figure 6* de la planche première. Ce qui est dit dans les numéros 38 & 99, sur cette sorte de Sextants, est plus que suffisant pour mettre les Artistes à même de bien exécuter ces instrumens.

---

## RECTIFICATION

### DES OCTANTS ET SEXTANTS MARINS.

---

*De la Rectification du Miroir de l'Alidade.*

148. **L**A rectification des instrumens est une opération fort essentielle, dont les bons Observateurs ne peuvent se dispenser pour compter, sans hésiter, sur les observations qu'ils font. On commencera par la manière de rectifier la perpendicularité du miroir de l'alidade. Avant d'employer aucun de ces instrumens, il est fort important de bien examiner, si ce miroir est perpendiculaire au plan de l'instrument; car, sans cette circonstance, les observations ne pourront être exactes: & il peut fort aisément arriver quelque accident qui jette ce miroir hors de la perpendicularité que l'Artiste lui avoit donnée; même il peut bien arriver que l'Artiste n'ait pas eu le soin de le bien faire. Cette déviation du miroir de l'alidade causera des erreurs d'autant plus considérables, dans l'observation, que les angles observés seront plus grands. Il est donc nécessaire qu'un bon observateur soit en état de faire cette rectification en toute occasion.

149. On doit avoir pour cet objet les deux pièces représentées par les *figures 26 & 27* \*. Premièrement on met l'Octant ou Sextant horizonta-

lement sur une table, avec l'index & le limbe tournés en haut; en métrant; s'il le faut, quelque chose à l'entour, pour qu'il soit assez ferme. On tourne le bouton Q, *figure 10*, & on ôte la pinnule H, pour que l'alidade puisse sortir du limbe, jusqu'à ce qu'en regardant de l'endroit R, on voye l'image de l'œil représentée dans le miroir Nn de l'alidade: & on met quelque chose sous le bout PD de l'alidade, pour qu'elle ne se plie point, & que son axe ne soit point forcé par le poids.

150. On prend la piece en forme d'équerre de la *figure 27\**, qui a un cheveu *cd* tendu en travers de la coulisse, & on le met à la hauteur de la partie étamée du miroir Nn de l'alidade: cela fait, on met l'autre piece de la *figure 26* sur la surface du limbe en R, tournée vers le miroir Nn; de façon qu'en regardant par le trou  $\gamma$ , on puisse voir son image réfléchie dans ce miroir.

151. On met à côté la piece qui a le cheveu tendu, & on fait monter ou descendre la coulisse *ab*, jusqu'à ce que les points *a* & *b* de cette coulisse, entre lesquels passe la ligne de points qui croise le trou  $\gamma$ , se trouvent exactement à la hauteur du cheveu *cd*. On approche la piece *27\** au miroir de l'alidade; & en regardant par le trou  $\gamma$  de la piece qui est sur la surface R du limbe, on doit voir l'image de ce trou coupée exactement en deux, par le cheveu *cd* de l'autre piece qui est proche du miroir Nn.

152. C'est assez de toucher légèrement avec le doigt le miroir Nn, tandis qu'on regarde par le trou  $\gamma$ , pour reconnoître s'il a besoin d'être poussé en avant ou en arriere, pour que le cheveu *cd* coupe en deux l'image de ce trou. Si l'on voit que le cheveu de la piece *27\** ne coupe pas exactement l'image du trou  $\gamma$ , par lequel on regarde, cela marque que le miroir n'est pas bien perpendiculaire au plan de l'instrument: dans ce cas, on lui rend la perpendicularité nécessaire, en desserrant un peu la vis F, & serrant l'autre vis G, (*figure 10*); ou, *vice versa*, en desserrant la vis G, & serrant d'autant la vis F.

153. Mais la méthode de M. le Chevalier de Borda, pour rendre le miroir de l'alidade perpendiculaire au plan de l'instrument, est beaucoup plus simple & plus aisée que celle dont je viens de parler: elle consiste à mettre l'instrument dans le sens horizontal sur une table, avec l'alidade vers le milieu du limbe. On ajuste les deux équerres, *figure 26* & *27\**, avec leurs bords supérieurs, *mz*, *xu*, précisément à la même hauteur. On met une de ces pieces au bout du limbe vers M, & l'autre vers R, & on regarde l'image de l'équerre qui est en R, représentée dans le miroir Nn, dans le même temps qu'on voit l'autre en M à son côté, par vision

directe. En tournant l'alidade tant soit peu en avant ou en arriere, on approchera de très-près l'image réfléchie à celle vue par vision directe. Dans ce cas, les bords des deux coulisses paroîtront exactement à la même hauteur, lorsque le miroir *Nn* sera bien perpendiculaire au plan du limbe; autrement il faudra lui rendre sa perpendicularité par les vis *FG*, comme on vient de le dire (n°. 152). On a dans ce cas l'avantage de n'être pas obligé d'ôter l'alidade hors du limbe, ni de démonter la pinnule *H*, lorsqu'elle est fixe dans l'instrument, pour que l'alidade puisse sortir du même limbe; &, outre cela, les inconvéniens d'avoir l'alidade sans autre soutien ni connexion avec le corps de l'instrument, qu'uniquement par son axe, ne sont que trop considérables, pour ne pas donner la préférence à cette méthode sur la précédente.

*Reconnoître si l'axe de l'Alidade est perpendiculaire au plan de l'instrument.*

154. Après s'être assuré que le miroir de l'alidade est bien perpendiculaire au plan de l'instrument, il n'y aura qu'à faire la même opération sur la partie *M* du limbe, en poussant l'alidade encore plus loin, avec les mêmes soins de l'appuyer avec quelque chose par-dessous. Car si, en faisant la même opération du n°. précédent dans l'endroit *M*, & sur deux ou trois autres endroits du limbe, on trouve également que le miroir *Nn* est perpendiculaire au plan de l'instrument: on est pour lors sûr, que l'axe du mouvement de l'alidade est perpendiculaire aussi au même plan; mais, s'il ne l'est point, le plus court sera de faire usage d'un autre instrument, en cas qu'on puisse se le procurer. Voyez la Note *Z* & le n°. 165.

*Rectifier la perpendicularité du Miroir horizontal, pour observer par derriere.*

155. Tandis qu'on fera l'épreuve dont on vient de parler dans le n°. 149, on rectifiera la perpendicularité du miroir *A*, qui sert pour observer par derriere, en cas que l'instrument soit de la construction ordinaire. Voici comme on fait cette épreuve. On mettra l'œil par derriere l'alidade au delà de son miroir, jusqu'à ce qu'on puisse voir le miroir *Nn* de la même alidade, réfléchi dans le miroir *A*. On cherchera quelque objet assez distinct, & on fera coïncider l'image vue par réflexion, avec le même objet vu par des rayons directs à travers la partie diaphane du miroir *A*.

156. Si cette image ne coïncide pas exactement avec son objet, mais qu'elle soit un peu plus au-dessous ou au-dessus dans le sens perpendiculaire au plan de l'instrument, en desserrant un peu la petite vis *O*,

(figure 10), & serrant la vis L, ou en faisant le contraire, on rendra cette coïncidence parfaite : & alors le miroir A sera parallèle au miroir Nn, qui est déjà perpendiculaire par le n°. 153 au plan de l'instrument : & par conséquent le miroir A sera également perpendiculaire au même plan. Mais, si le miroir horizontal a une seule vis *t*, figure 11 & 12, comme on l'a remarqué en parlant des miroirs horizontaux, numéro 91 ci-dessus, alors c'est assez de la faire tourner d'un côté ou de l'autre avec la clef de la figure 21, pour le rendre bien perpendiculaire. On peut faire avec un peu d'adresse cette même rectification de la perpendicularité du miroir A, pour observer par derrière, en tenant l'instrument à la main : c'est généralement la méthode des Marins curieux, qui la répètent de tems en tems sur le tillac du vaisseau par un objet céleste, ou par l'horison, pour être plus assurés de la bonté de leurs observations. Mais les instrumens nouveaux sont bien plus aisés pour l'ajustement de ce miroir qui se fait alors avec une grande exactitude, comme on l'a vu par le Problème II, n°. 19.

*Rectification de la perpendicularité du Miroir horizontal de l'observation par devant.*

157. Pour ce qui regarde le miroir horizontal B, figure 10, qui sert pour observer par devant, on l'éprouve & on le rectifie par la même méthode qu'on vient d'expliquer dans le n°. précédent, excepté qu'on aura l'alidade au zéro degré du limbe ; alors le miroir B doit être parallèle à celui de l'alidade, en l'éprouvant par la coïncidence des deux images du même objet. S'il y a quelque défaut, on le corrigera par les vis respectives L & O, ou par la clef de la figure 21, comme on l'a dit en parlant du miroir A, & comme on le répétera encore dans le n°. 173. Voyez aussi le n°. 175.

*Rectifier le parallélisme de l'axe de la Lunette avec le plan de l'Instrument.*

158. L'importance de ce parallélisme est reconnue depuis fort longtemps (Note aa). Voici trois méthodes pour s'en assurer. Montez la lunette dans l'instrument, & tournez le tube des oculaires, qui est garni de deux fils selon le n°. 118, jusqu'à ce que ces fils soient bien parallèles au plan de l'instrument, comme on en pourra juger en regardant par la lunette. Cherchez deux objets assez distincts, qui soient bien distans l'un de l'autre ; par exemple, le soleil & la lune, ou la lune & une étoile, &c. Plus ils seront éloignés d'environ 180 degrés (ou du moins 120 degrés, & 90 degrés, si votre Sextant ou Octant n'ont point de miroir pour observer par derrière) plus vous aurez de l'avantage pour cette opération. Poussiez l'alidade jusqu'à ce que les deux objets se touchent près du fil qui est le plus proche du plan de l'instrument : arrêtez-y l'alidade ;

ramenez ces deux images tout près de l'autre fil le plus éloigné du plan de l'instrument, en le tournant fort peu de ce côté; alors ces images ne resteront plus dans le même contact, à moins que l'axe de la lunette ne soit bien parallèle au plan de l'instrument. Les vis *a* & *b*, *figure 23*, serviront pour le rendre parallèle en cas de défaut.

159. On peut faire cet ajustement par l'observation de l'horison. Il faut connoître la valeur du champ, entre les deux fils de la lunette, par le n°. 202, & il faut connoître aussi l'angle de la hauteur de l'œil de l'Observateur, au-dessus de l'horison, par le n°. 204, pour pouvoir juger de cette quantité dans le même champ entre les fils de la lunette. On met l'instrument avec son plan parallèle dans le sens de l'horison, & en observant sur le miroir *A*, on doit voir l'image réfléchie de l'horison derrière l'Observateur, en contact avec l'horison de devant; mais autant au-dessus du milieu du champ entre les deux fils, comme est l'angle de l'élévation de l'œil de l'Observateur.

160. Si les limbes ou images des deux objets, observés par une méthode ou par l'autre, se séparent, lorsqu'on les voit près du fil le plus éloigné de l'instrument; cela montre que l'axe de la lunette panche vers l'instrument: ainsi l'on n'a qu'à lâcher un peu la vis *b*, *figure 23* de la pinnule qui porte la lunette, & ferrer un peu la vis *a*: ou *Vice versâ*, on lâchera la vis *a*, & on ferrera la vis *b*, lorsque les limbes de ces objets paroissent se croiser un peu, près le fil le plus éloigné de la lunette. En répétant cette opération, on viendra à bout de mettre l'axe de la lunette parallèle au plan de l'instrument, comme il le faut.

161. Les deux méthodes dont je viens de parler sont assez bonnes; pour éprouver ou rectifier sur mer le parallélisme de l'axe de la lunette au plan de l'instrument: mais lorsqu'on se trouvera sur terre, on pourra appliquer bien plus avantageusement la méthode de M. le Chevalier de Borda, qui est très-simple & assez exacte. On ajuste l'instrument par le n°. 173, par un seul objet, ayant l'alidade au zéro degré, comme pour observer par devant. On met alors l'instrument dans une situation horizontale, immobile sur une table; en sorte qu'on puisse voir par la lunette quelque objet éloigné assez distinctement. On prend la pièce, *figure 26*, & on met le trou *z* de sa coulisse à la hauteur du centre de la lunette: on met cette équerre sur le limbe vers le bout *M*, &, ayant ajusté le cheveu de l'autre coulisse, *fig. 27\**, précisément au milieu du trou *z* de la première, on la met à l'autre bout *R* du limbe; en sorte qu'on puisse voir ce même objet, qui est dans le champ de la lunette.

Si le même endroit de l'objet, qui se voit coupé par le cheveu de l'équerre, se trouve également au milieu du champ de la lunette,

lorsqu'on l'y voit, cela prouve que son axe est parallèle au plan de l'instrument; autrement il faudra incliner la lunette d'un côté ou de l'autre, par le moyen des vis *a* & *b* de la pinnule, *figure 23*, jusqu'à ce qu'en regardant par les équerres, & ensuite par la lunette, le même endroit de l'objet qui est coupé par le cheveu de la coulisse, soit vu au milieu du champ entre les deux fils de la lunette.

*De l'avantage d'avoir la Lunette immobile dans l'Instrument.*

162. On devrait avoir une lunette toujours fixée solidement sur l'instrument, pour faire des observations les plus délicates *par devant*, & une autre également immobile pour les observations *par derrière*. Car, malgré toute la perfection que les Artistes sont capables de donner aux pinnules décrites dans le n°. 115, il peut y avoir quelquefois du dérangement dans le parallélisme de l'axe de la lunette au plan de l'instrument, lorsqu'elle est mobile; ce qui cause des erreurs considérables, dans les observations délicates qui demandent une grande précision. Quelques Marins pensent bien différemment sur les avantages d'observer l'image du soleil ou d'autre astre assez brillant, sur la surface non étamée du miroir horizontal, de ce qu'on a dit dans le n°. 112 & 172, pour ne pas s'éloigner des idées presque généralement reçues. Car tous ces avantages ne sont pas comparables à celui de conserver l'axe de la lunette toujours ferme dans la position constante qu'il y doit avoir, & comme l'avoit en effet la lunette du premier des deux Octants de M. Hadley, du n°. 420 des *Transactions philosophiques*, déjà cité. Ainsi, dans un cas pareil il vaudroit mieux réduire la hauteur des miroirs presque à la moitié de celle qu'on leur a destinée dans les numéros 100 & 104; pour lors il faudroit que le miroir de l'alidade ne fût pas de beaucoup plus haut que sa moitié; tous ces miroirs ne seront point alors sujets à être dérangés, ni la lunette non plus, comme dans les circonstances de la construction ordinaire: & ils seront également bons sur terre comme sur mer, selon qu'on l'a déjà dit dans le n°. 101.

*De la rectification du Limbe de l'Instrument.*

163. La méthode ordinaire pour reconnoître la vraie valeur du limbe & de ses divisions (qui ne sont pas quelquefois bien exactes, voyez n°. 25) est de prendre tous les angles autour de l'horison avec l'instrument; & si la somme totale fait 360 degrés, on juge alors que la grandeur totale du limbe est exacte. Il est bon de répéter cette opération plusieurs fois, pour prendre un moyen: les objets doivent être assez éloignés, distincts & bien terminés dans un même plan. On voit bien, par ces circonstances, que cette méthode n'est praticable que sur terre; & qu'elle n'est pas trop aisée, ni peut être dans tous les cas assez exacte.

Mais si les instrumens sont de la nouvelle construction, alors on verra par les Problèmes 3, 4 & 8 qu'on peut les rectifier également sur mer : & particulièrement, si l'on employe la méthode du Problème 8, on trouvera avec la plus grande exactitude, si l'arc du limbe est de la valeur précise qu'il doit avoir.

Qui lira avec un peu d'attention le n°. 52 & suiv. du Mémoire précédent, trouvera que la même méthode, pour rectifier la position du miroir des *observations par derrière*, sert à démontrer évidemment la vraie valeur du limbe de ces instrumens.

164. On a vu dans le n°. 108, que si l'on tourne de haut en bas le miroir de l'alidade, les défauts du parallélisme de ce miroir seront alors reconnus par l'observation du même angle dans chacune des positions; ce qui est bien évident : car, si le défaut du parallélisme des surfaces de ce miroir, fait qu'un angle, par exemple de 96 degrés, paroisse de 98, lorsqu'il est dans un sens; il est certain qu'en tournant ce miroir dans l'autre sens, le même angle de 96 degrés ne doit paroître que d'environ 94 degrés. Qu'on applique ce discours aux observations par devant de la méthode ordinaire dont je parlerai tantôt, & à celles de la méthode dont j'ai déjà parlé dans le n°. 48, & on sera convaincu que, si l'on observe un même angle par les deux méthodes, & si l'on prend le milieu des observations, on aura la vraie mesure de cet angle, malgré l'erreur qu'il pourra y avoir des miroirs de l'instrument. C'est par cette raison que je dis dans le n°. 48 ci-dessus, que la méthode dont il s'agissoit dans ce nombre, servoit à rectifier les observations.

165. Je ne puis m'empêcher de recommander ici la méthode de M. Bezout, de l'Académie Royale des Sciences, assez connu du Public par des Ouvrages très-savans. On trouve cette Méthode dans son excellent Traité de *Navigation*, Section quatrième, n°. 328 & suivans. Elle n'est pas trop difficile dans la pratique; & tout Observateur qui se pique d'être exact, ne devrait s'épargner aucune peine pour obtenir son but.

On placera l'instrument bien ferme & bien immobile dans un endroit de quelque plan horizontal, où il y ait plusieurs objets bien distincts & assez éloignés (du moins de 300 toises) : entre lesquels doivent être mesurées auparavant, sur le même endroit, toutes les distances angulaires; soit avec un instrument suffisamment exact, comme un bon *Quart de Cercle astronomique*, ou un bon *Théodolite*; soit par les moyens que fournissent la Géométrie & la Trigonométrie. Dans ce cas, il n'y aura qu'à éprouver avec l'Octant ou Sextant les mêmes angles déjà connus; & on fera une liste des différences qu'on y trouvera dans les angles marqués par le limbe, pour corriger les observations qu'on fera dans la suite avec cet instrument; tandis qu'il aura les mêmes miroirs; & que la monture ne sera point du tout changée,

MANIERE

---

# M A N I E R E

*De faire les Observations par devant.*

---

*Des attentions requises pour se servir de ces Instrumens.*

166. **A**VANT de faire quelqu'observation, il faut s'assurer que les miroirs de l'alidade, & particulièrement le miroir horizontal qu'on veut employer, soient fermes, & qu'il n'y ait aucune vis qui soit desserrée; c'est assez d'y toucher légèrement avec le doigt, pour s'en appercevoir. Si l'on trouve quelque faute, respectivement à la perpendicularité des miroirs au plan de l'instrument, il faudra la rectifier avant l'observation par les numéros 148, 155 & 157. Cependant le miroir de l'alidade ne devrait jamais être touché sans un grand besoin. On ne peut avoir trop d'attention pour cette partie de l'instrument: néanmoins, s'il vient à être dérangé par quelque accident, on doit le remettre dans sa vraie position par le n°. 153 ou 148, avant d'employer l'instrument.

En général, il est nécessaire d'avertir de ne forcer jamais les vis, en les tournant trop; ce qui les gâte ou les casse, & ruine l'instrument: & souvent elles cassent les verres & les pieces qu'elles soutiennent, ou du moins forcent ces mêmes pieces à plier, & changent leur figure respective, d'où il résulte des erreurs dans l'observation. En un mot il ne faut serrer les vis ni trop ni trop peu; les deux extrêmes sont également nuisibles à l'instrument & aux observations.

167. Si l'objet, par lequel on veut faire la rectification, est trop éblouissant, comme le *soleil* ou la *lune*, on garnit la lunette, s'il y en a une, avec son verre obscur ou enfumé, & on la met en H ou en K, selon que la rectification sera par devant ou par derriere: cette lunette doit avoir été rectifiée respectivement à son axe (n°. 161 & 158). On mettra l'alidade à zéro degré: on aura soin d'ajouter un verre obscur derriere le miroir horizontal (n°. 121), & on proportionnera la force de ces verres à celle de la lumière, en l'affoiblissant jusqu'à ce que l'œil de l'Observateur puisse observer sans gêne, & sans rien perdre de la netteté de l'objet. On tournera la vis *f* (fig. 23) de la pinnule, pour hausser ou

G

baïsser la lunette, jusqu'à ce que les deux images soient à peu près de la même force. (*Voyez le n°. 212.*) S'il n'y a pas de lunette, on emploiera la pinnule à tube (n°. 114), ou la pinnule simple (n°. 112), ouvrant le trou qu'on veut employer, & mettant la directrice, n°. 130 ou 131, à la hauteur correspondante de ce trou.

*De la maniere de tenir & d'employer l'Instrument.*

168. Quelque temps avant l'observation, on doit rectifier & préparer l'instrument. On mettra l'alidade à peu près au degré de l'angle qu'on veut observer; de quoi l'on pourra juger par les Tables des Ephémérides, & par les observations précédentes. Lorsqu'on observe par devant, c'est-à-dire, avec le visage tourné vers les deux objets, on tient l'instrument avec la main droite par le manche, s'il y en a, ou par le corps de l'assemblage, en appuyant le bout M sur la poitrine: on applique la gauche vers la partie P D de l'alidade, pour la mouvoir en avant ou en arrière, autant qu'il le faut pour faire coïncider les deux images.

169. Au contraire, lorsqu'on observe par derrière, on tient l'instrument de la main gauche, & on mene l'alidade avec la droite: mais, dans les positions qui ne sont pas perpendiculaires à l'horison, les circonstances enseigneront comment l'on doit s'y prendre pour observer plus aisément & avec plus de fermeté. On applique l'œil droit à la pinnule, ou à la lunette en H; quoiqu'on puisse observer également bien avec l'œil gauche, si l'on est habitué à le faire. On a soin de tenir l'instrument dans un plan qui passe par les deux objets & par l'œil de l'Observateur: les deux fils de la lunette doivent être mis parallèles à ce même plan, en tournant le tuyau des oculaires. Au défaut de lunette, les fils de la directrice (n°. 131 ou 130) aideront beaucoup à observer cette circonstance: particulièrement, si l'horison est un des deux objets, l'Observateur ne trouvera point de difficulté à l'exécuter.

*De la maniere d'observer.*

170. Lorsque les deux objets ou images sont dans le champ de la lunette, & assez près l'un de l'autre, il faut arrêter l'alidade par la vis qui est dessous, pour faire agir l'autre vis S (*figures 11 & 12*), en cas que l'instrument en soit garni: car, en la tournant d'un côté ou de l'autre, on fera coïncider les deux images fort exactement, au milieu du champ de la vision, entre les deux fils de la lunette (n°. 153.). Les images des deux objets étant en contact, on doit mouvoir tant soit peu l'instrument à droite & à gauche, comme s'il tournoit dans l'axe de la lunette, pour faire que l'image réfléchie décrive une petite portion de cer-

cle autour de l'objet vu par des rayons directs : il faut que l'Observateur se tourne dans le même tems un peu sur lui-même, ou sur son talon, à la gauche & à la droite, pour que la même image réfléchie décrive ce cercle autour de l'objet, qu'il faut conserver toujours dans l'endroit qu'on a choisi, du miroir horizontal. Le point dans lequel ce cercle touche l'horison, ou l'objet de vision directe, est le point du vrai plan, qui passe par tous les deux.

171. Ainsi lorsqu'on prendra la hauteur du soleil, ce point de contact se fera dans celui de l'horison, qui est perpendiculaire au dessous du même soleil. Et lorsque l'astre sera près du zénith, on ne trouvera pas aisément ce même point, sans cette espece de mouvement de rotation à droite & à gauche, pour voir où l'image réfléchie rase de plus près l'horison. C'est la même chose en observant une, ou deux *étoiles* : car on reconnoîtra bien mieux leur vrai contact par ces petites vibrations, que si l'instrument étoit parfaitement ferme.

172. En tout cas ces vibrations sont les plus propres pour rendre sensible à l'Observateur le vrai contact, ou la coincidence de deux objets. Quant à cette dernière, elle deviendra assez sensible, lorsque l'image réfléchie aura assez de lumière pour être observée dans la surface transparente du miroir horizontal. *Voyez les n°. 111, 112, & la remarque du n°. 162.*

*Quelques avis pour la pratique des Observations.*

173. Après avoir arrangé l'instrument, comme on l'a dit dans les articles précédents ; si l'on veut faire la rectification par le soleil, & qu'il soit peu brillant à cause de quelques nuages ou brouillards, on observera la coincidence de son image (n°. 180) ou l'attouchement de ses bords (n°. 183 & 184) demi-réfléchis sur la surface étamée du miroir horizontal. Si le soleil est médiocrement brillant, on en prendra l'image toute réfléchie sur la partie transparente de ce miroir, mais bien près de son étamage, de façon que la première réflexion vienne encore de la partie étamée du miroir de l'alidade. Et si cet astre est tout à fait brillant, on en prendra l'image, sur la partie transparente du miroir horizontal la plus éloignée du plan de l'instrument, de façon que dans ce cas la première réflexion viendra de la partie noircie du miroir de l'alidade.

174. On aura soin de donner à la lunette (115) ou à la pinnule (112) les différentes hauteurs requises pour que l'image réfléchie & celle de *vision directe* soient de la même force, comme on en a averti dans le n°. 167.

175. Mais il y a une autre maniere d'obtenir le même effet ; lorsque la pinnule ou porte-lunette n'a aucun mouvement ; ce qui est peut-être le plus avantageux , comme on l'a insinué dans le n°. 162. On emploie pour cela les deux coulissaux *a* & *b* ( figure 33, planche 3 ) : on les met par derriere le miroir horizontal : & l'on intercepte la trop grande lumiere éblouissante , en poussant plus ou moins l'un contre l'autre , dans la queue d'aronde ou chassis à ressort *cd* , qui les soutient.

176. Lorsqu'on observera le soleil , il sera commode d'avoir un cercle ou un ovale de carton léger , ou de papier épais , avec un trou pour y passer le bout de l'oculaire de la lunette ou de la pinnule ; afin d'éviter l'éblouissement causé par les rayons , qui tombent à nud sur le visage.

177. On doit faire usage d'une loupe , d'environ un pouce de foyer , pour voir bien distinctement la coincidence des divisions du *Nonius* : particulièrement lorsque le rayon de l'instrument est fort court , ou que les divisions du limbe sont subdivisées en des demi-minutes ou quarts de minute.

178. Quelques-uns ont rendu plus aisé l'usage des instruments d'un rayon plus grand qu'il n'est dans les instruments ordinaires : ils sont par conséquent plus pesans , que les communs. Pour cela on les adapte à une espece de fourchette , sur laquelle on peut leur donner toute sorte de mouvemens : on les y assujettit par un axe , ou espece de charniere qui les soutient presqu'en équilibre ; de façon que tout le poids reste sur la fourchette , qui est établie sur un baton d'environ 20 ou 25 pouces.

179. On met le bout de ce baton dans une bourse de cuir qui est attachée à un ceinturon : par cette méthode les bras ne se fatiguent pas , & on donne facilement à ces instruments les différentes positions requises par les circonstances. Cet appareil peut être d'un grand secours dans les observations des distances des astres pour en deduire la longitude , observations qui sont les moins aisées à faire , à cause de la variété de positions quelquefois genantes , dans lesquelles il faut mettre l'instrument.

*De l'Ajustement , ou rectification préparatoire , immédiate à l'Observation.*

180. L'ajustement dont il s'agit à présent , consiste à faire coincider parfaitement l'image réfléchie par le miroir de l'alidade sur le miroir *B* , avec son même objet vu à travers la partie diaphane du même miroir *B* : ou pour mieux dire , consiste à voir la moitié d'un objet par des rayons directs , dans le même tems qu'on voit l'autre

moitié réfléchi par les deux miroirs *N* & *B*, & que l'alidade marque le *zero* du limbe. Cependant on observe quelquefois la coïncidence de l'image totale avec son objet, comme on l'a dit dans les n°. 111, 112, 113.

181. Pour faire cette rectification préparatoire, on emploiera les avis du n°. 166 & suivants: on mettra l'index ou alidade au *zero* du limbe: & on fera coïncider l'image avec son objet, par le moyen du levier n°. 92, ou de la clef n°. 96, qui feront tourner le miroir *B* d'un côté ou de l'autre, jusqu'à ce que la coïncidence soit parfaite. Cependant si l'Observateur n'a pas le tems de faire cet ajustement ou examen de son instrument avant l'observation, il faudra le faire immédiatement après, pour tenir compte de la différence; ce qu'on appelle *erreur de l'alidade* (voyez le n°. 184). Mais on ne doit pas, autant qu'il est possible, omettre de faire cet examen avant d'observer, & on le répétera encore après l'observation.

182. La parfaite coïncidence de deux images n'est pas bien aisée à déterminer, lorsqu'il s'agit d'une étoile, ou d'un autre astre qui n'a pas de diamètre sensible. On pourroit alors mettre les deux images l'une audessus de l'autre, mais à très-peu de distance, dans une ligne imaginaire qui fut parallèle au plan de l'instrument. En pareil cas, on n'observera les distances angulaires qu'en rapprochant les deux objets de cette même quantité: ce qui revient à peu près à l'espèce de rectification suivante.

*De l'ajustement préparatoire par l'attouchement de l'image avec son objet.*

183. Il sera plus facile à ajuster l'instrument, par le contact de l'image réfléchi avec son objet; par exemple, du soleil, de la lune, ou de quelqu'autre objet assez lumineux & distinct dont le diamètre soit sensible; au lieu d'en ajuster la coïncidence totale. On peut faire cet ajustement de façon qu'il tombe dans le *zero degré* du limbe, en tournant autant qu'il le faut le miroir horizontal: dans la suite on tient compte du diamètre de l'objet en plus ou en moins, selon qu'on l'a fait tomber avant ou après le *zero degré* du limbe: voyez le n°. 193.

*De l'ajustement le plus aisé & le plus sûr.*

184. Mais la méthode la plus simple & la plus générale est d'observer le contact du bord supérieur de l'image réfléchi, par exemple du soleil, avec le bord inférieur du même objet, un peu au-delà du *zero degré*, vers le bout *M* du limbe: on marquera le *dégré* & la *minute* de cette coïncidence. On observera celle des deux autres bords: & on en marquera aussi le *dégré* & la *minute*. La moitié de la somme

de ces deux observations, c'est-à-dire la moitié de la différence entre ces deux observations, donnera le diamètre de l'astre, ou objet qu'on a employé : & le point du limbe où cette moitié tombera, sera le vrai *zero degré* de cette rectification. S'il tombe précisément sur le *zero degré* du limbe, il n'y aura aucune *erreur de l'alidade* à corriger dans les observations : mais s'il tombe au delà vers *M*, ou vers *R* ; alors cette différence sera la quantité de la correction nommée *erreur de l'alidade*. Voyez le n°. 196.

*De l'Ajustement par le Soleil, ou par la Lune.*

185. Quoique les objets terrestres assez éloignés (pas moins de 300 toises) & bien distincts puissent servir pour ajuster ces instruments ; il faut néanmoins avouer que les objets célestes sont les plus avantageux, pourvu qu'ils soient bien terminés. Le soleil & la lune possèdent ces qualités pour la plupart du tems : pour les employer dans ces observations, ils ne demandent pas d'autres attentions, que celles, dont on vient de parler dans les articles précédents.

*De l'Ajustement par une Etoile ou Planete, sans diamètre sensible.*

186. Si l'on emploie une étoile, ou une planete lumineuse mais sans diamètre sensible ; on fera passer son image réfléchie par dessus l'objet, vu par *vision directe* : soit en mettant l'alidade à *zero* & faisant tourner le miroir horizontal (181) : soit en poussant l'alidade, après avoir desserré la vis qui l'arrête ; soit employant celle qui lui donne un mouvement lent, décrite dans le n°. 67 : & l'on déterminera par là le vrai *zero* de l'instrument (180).

187. Mais si l'on veut employer la méthode du n°. 182, on la trouvera peut-être plus aisée, quoiqu'un peu sujette à incertitude : car on ne peut pas être bien sûr de prendre toujours les images des objets qu'on observe, à la distance imaginaire de l'ajustement qu'on a fait.

*De l'Ajustement par l'Horison.*

188. Pour employer l'horison, on mettra l'alidade au *zero degré* & moyennant le levier (n°. 92), ou la clef ci-dessus (n°. 96), on fera que l'image réfléchie coïncide en ligne droite avec le même horison vu par *vision directe*.

189. Avant de faire cet ajustement, on peut s'assurer du parallélisme du miroir horizontal à celui de l'alidade dans le sens de la perpendiculaire au plan de l'instrument, expliqué dans le n°. 157. Car, en mettant l'instrument avec son plan parallèle à l'horison, on verra tout d'un coup

l'image réfléchie fait une ligne droite avec son objet de vision directe : autrement il n'est pas bien perpendiculaire à ce plan.

*Observer la hauteur méridienne du Soleil par devant, en haute Mer.*

190. Préparez l'instrument en le rectifiant (n°. 180 ou 184) quelques minutes avant l'observation : & employez les avis donnés dans le n°. 166 & suivants. Lorsque l'image du soleil paroît toucher l'horison, faites décrire un arc à cette image (n°. 170) de façon, que la convexité de cet arc paroisse raser l'horison. Suivez l'image du soleil en poussant l'alidade (66) ou tournant la vis qui la fait mouvoir lentement (67) jusqu'à ce qu'elle paroisse ne plus se séparer de l'horison. Il y aura un moment dans lequel elle paroîtra tranquille avant de commencer à descendre : & c'est là le moment du midi, dans lequel vous devez regarder la *seconde*, ou la *minute* de votre montre, pour la mettre à l'heure vraie du méridien, dans lequel vous avez fait l'observation. Voyez les exemples de ces observations dans le n°. 237.

*Corrections des Observations par devant.*

191. Le nombre de *degrés* & de *minutes* marqués par le *Nonius* de l'alidade sur le limbe, ne montre que la *hauteur apparente* de l'astre que vous venez d'observer. On y doit faire les *corrections* suivantes, ou du moins celles qu'exige l'observation, pour avoir la *vraie hauteur*.

*Première correction.* L'erreur de l'alidade : voyez le n°. 192.

*Seconde correction.* La dépression de l'horison, *soustractive* : voyez les n°. 220 & 198.

*Troisième correction.* Le demi-diamètre de l'astre : *additive*, lorsqu'on a observé le bord *inférieur* de l'astre : & *soustractive*, lorsqu'on a observé son bord *supérieur*. Voyez les n°. 200 & 201.

*Quatrième correction.* La réfraction, *soustractive*. Voyez le n°. 202.

*Cinquième correction.* La parallaxe *additive*. Voyez le n°. 204.

*Sixième correction (accidentelle).* La déviation, *soustractive*. Voyez le n°. 206.

*Septième correction (accidentelle).* L'erreur du limbe. Voyez le n°. 208.

*De la première Correction ; l'Erreur de l'Alidade.*

192. On appelle *erreur de l'alidade* la différence qu'il y a presque toujours entre le *zero* du limbe & la division marquée par le *Nonius*, lorsqu'on observe la coïncidence exacte de l'objet vu par *vision directe*, avec son image par *réflexion* ; comme on l'a remarqué dans le n°. 180 ci-dessus.

Mais cette coïncidence n'est pas aussi aisée à reconnoître que l'attachement du bord de l'image avec celui de son objet, lorsqu'il est bien distinct & terminé. C'est par cette raison qu'on employe la méthode qu'on a expliquée dans le n°. 184.

193. Ainsi après qu'on aura fait une observation, on doit examiner toujours l'état de l'instrument, c'est-à-dire, dans quel point de son limbe tomboit précisément le vrai *zero* de son arc. Ce sera rarement qu'on trouvera la coïncidence de l'image avec l'objet, lorsque l'index se trouvera sur le *zero* degré du limbe. Si cela étoit, pour lors il n'y auroit aucune erreur de l'alidade à corriger. Mais toutes les fois que le *Nonius* de l'alidade ne marquera pas précisément le *zero* des divisions du limbe, il faudra corriger l'observation, ou les observations qu'on aura faites avec l'instrument dans cet état, de la quantité de cette différence; en l'ajoutant, si le *zero* du *Nonius* se trouve en deçà de celui du limbe vers *M*; c'est-à-dire dans l'*arc d'excès*. Au contraire s'il se trouve au delà du *zero* du limbe vers *R* (c'est-à-dire dans l'*arc* que j'appelle *constant*, parce qu'on l'employe constamment) il faudra alors soustraire cette quantité de chaque angle observé.

194. Lorsqu'on fait l'ajustement du n°. 183, on fait tout d'un coup que l'erreur de l'alidade est égale au diamètre du soleil: on doit alors ôter cette valeur, si la coïncidence du bord inférieur de l'image réfléchie avec le bord supérieur de l'objet de vision directe, se faisoit quand le *zero* de l'alidade se trouvoit exactement sur le *zero* du limbe. Au contraire on doit l'ajouter, lorsque le bord supérieur de l'image réfléchie étoit en contact avec le bord inférieur du disque de l'objet, & que l'alidade marquoit le *zero* degré du limbe de l'instrument. On ne peut pas se méprendre dans ces deux images: car celle qui est réfléchie, se trouve toujours du côté de l'instrument, si la lunette ne renverse pas les objets, ou si on n'en employe aucune. Au contraire l'image de vision directe sera celle qu'on voit du côté de l'instrument, si la lunette renverse l'objet.

195. Mais l'ajustement du n°. 184 est le plus décisif, le plus commode, & le plus sûr de tous les ajustements. Car il n'y a qu'à prendre la moitié de la différence des deux observations: savoir la différence entre le *degré* & la *minute* montrés par l'alidade, lorsqu'on observoit le contact du bord inférieur de l'image réfléchie avec le bord supérieur du même objet; & le *degré* & la *minute* marquée, lorsqu'on voyoit le contact du bord supérieur de l'image, avec le bord inférieur de l'objet. La moitié de la différence de ces deux observations sera le diamètre de l'objet; & le point du limbe où elle tombera, sera le vrai *zero* du

limbe pour les observations qu'on fera avec l'instrument dans cet état. Voici un exemple.

196. Supposons que la première observation tombât à 13 minutes de l'arc d'excès avant le zero du limbe vers *M*, qui devant être comptées à rebours ( *Note W* n°. 8 ) c'est-à-dire en prenant leur complément pour 20 minutes, totale valeur du *Nonius*, valent seulement 7 minutes : & que la seconde observation tombât à 56 minutes au delà du zero du limbe vers *R*. La somme en sera 63 minutes, dont la moitié est 31 minutes 30 secondes, qui donnent le diamètre du soleil. Or en ôtant 31 minutes 30 secondes de 56 minutes, restent 24 minutes, 30 secondes à la gauche du zero du limbe : & c'est le vrai zero de l'instrument : mais comme ce zero est dans l'arc constant du côté de *R* du limbe, on ôtera cette quantité de chaque angle observé avec l'instrument rectifié de la sorte : au lieu que si ce zero faisoit tomber les 24 minutes, 30 secondes dans l'arc d'excès du côté de *M* du limbe, on devroit les ajouter à chaque angle qu'on observeroit avec cet ajustement.

197. La raison de cette différence est bien évidente. Dans le dernier cas il y a un surplus en deçà du zero des divisions du limbe, vers *M*, qui doit entrer en compte. Au contraire, si la moitié de la somme des deux observations tombe après le zero, vers la partie *R* du limbe : alors on doit retrancher cette quantité de l'angle observé ; parce qu'il y a dans ce cas une portion de l'arc après le zero, qui n'est point employée dans la mesure des angles qu'on observe avec l'instrument ainsi ajusté. Voyez la note *W*.

*De la seconde Correction ; la dépression de l'Horison, soustractive.*

198. La quantité de l'élévation de l'œil de l'Observateur au dessus de la surface de la mer, étant différente en divers vaisseaux, il est nécessaire de s'en assurer par l'observation, comme on le dira bientôt dans le n°. 217. Après qu'on aura reconnu la quantité angulaire de cette dépression, par la méthode qu'on donnera dans l'article dont je viens de parler, on la retranchera dans l'angle observé. On verra, dans les notes *d d* & *ff*, la raison de cette correction. La première des Tables à la fin de ce Traité, montre les angles de la dépression correspondante à différentes hauteurs de l'œil de l'Observateur au dessus de la mer, prises en pieds de Paris.

199. Cette Table a été calculée par *M. le Chevalier de Borda* : on peut en faire usage par préférence à toute autre, par la haute réputation dont ce Savant jouit dans la théorie & dans la pratique de la Navigation. Mais on ne devroit jamais employer cette espèce de Table, qu'au défaut de l'observation de l'état actuel de la réfraction. La méthode que

je donnerai dans le n°. 220 , ne manquera pas de la montrer , toutes les fois que le tems permettra de la pratiquer , ce qui arrivera assez souvent.

*De la troisieme Correction ; le demi-diametre de l'Astre , additive.*

200. Les Ephémérides astronomiques , comme la *Connoissance des Temps* & d'autres semblables , donnent la quantité du diametre du soleil pour chaque 6 jours de l'année. On s'en servira pour *ajouter* la moitié à chaque observation *par devant* , lorsqu'on aura observé le bord inférieur de l'Astre : au lieu que si l'on observoit le bord supérieur , alors il faudroit *retrancher* cette quantité de l'angle observé. Au défaut des Ephémérides , on pourra employer la Table II qui est à la fin de ce Traité : elle est tirée de l'excellent *Traité de Navigation* de M. Bézout.

201. Les mêmes Ephémérides donnent le diametre horisontal de la lune , pour chaque jour de l'année. On en profitera pour les observations de cet astre , comme on le verra dans les exemples ci-dessous. Mais il faut corriger la variation de ces diametres , qui augmentent tandis que sa parallaxe diminue. La Table VI à la fin de ce Traité , donne ces différentes augmentations pour chaque hauteur , suivant les différents diametres horisontaux de la lune : elle est tirée des Tables qui furent imprimées à Londres en 1766 par ordre des Commissaires de la Longitude. On doit remarquer , que si les angles de hauteur excèdent 90 degrés , alors il faut prendre la correction qui appartient à leur supplément. Voyez l'Exemple E du n°. 271.

*De la quatrieme Correction ; la Réfraction , soustractive.*

202. La réfraction fait paroître les astres d'autant plus élevés au-dessus de l'horison , que leur hauteur est petite. C'est par cette raison que l'effet de la réfraction doit être retranché de l'angle de hauteur qu'on observe. Il est bon d'avertir , que la réfraction est nulle au zénith : & par conséquent en observant des hauteurs au-delà de 90°. on doit prendre la réfraction correspondante aux suppléments de ces angles : mais dans un sens contraire. Voyez les exemples C & E du n°. 271. On trouvera dans la Table III à la fin de ce Traité , quelle est la quantité qu'on doit rabattre de chaque hauteur. La premiere colonne montre les hauteurs observées au-dessus de l'horison. La seconde montre la quantité de la réfraction correspondante , lorsqu'on est sous l'Equateur ou entre les Tropiques. Ces réfractions sont tirées de la Table , donné par M. Bouguer , dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris , pour l'année 1739. La troisieme colonne montre les réfractions correspondantes , lorsqu'on observe à quelque distance hors des Tropiques

Tropiques. Ces réfractions moyennes, hors des Tropiques, sont tirées de la Table, de M. l'Abbé de la Caille, publiée dans la *Connoissance des Temps* pour 1775. Il paroît, par le rapport de M. de la Lande, dans le n°. 2231 & suivants de son *Astronomie*, que les observations faites aux 66 degrés, 50 degrés & 34 degrés de latitude, ne donnent aucune différence fort sensible dans les réfractions. Enfin, la quatrième colonne donne les différences, entre les deux réfractions. Voyez le N°. 4 de la Note ii.

203. Il semble qu'on pourra sans erreur sensible, faire usage des réfractions données par cette Table, respectivement à chaque climat. Cependant il peut y avoir bien des occasions sur mer, où la variation de la réfraction soit fort éloignée de celle de ces Tables. Voyez le n°. 223 ci-dessous, où l'on donnera la méthode pour se garantir de ces erreurs.

*De la cinquième Correction, la Parallaxe, additive.*

204. La dernière correction est celle de la parallaxe : on ne doit point la mépriser, lors même qu'elle est fort petite, dans les observations qui demandent une extrême exactitude, comme celles qu'on fait pour en déduire les longitudes : Voyez le n°. 316. Ce que j'ai dit ci-dessus (n°. 202) sur la réfraction, est également applicable à la parallaxe ; elle devient nulle au zénith : & par conséquent lorsqu'on prend des angles au-delà de 90° ; la parallaxe qui leur correspond, est celle des suppléments de ces angles ; comme par exemple, si l'on observoit la hauteur de la Lune avec un Sextant dans la partie opposée de l'horizon, & qu'on la trouvât à 120°, la parallaxe appartenante à cette observation seroit celle de 60° ; mais dans un sens contraire à celui qu'elle devroit être, si l'angle observé étoit au-dessous de 90°. Voyez l'exemple E du n°. 271. Lorsqu'il s'agit de déterminer la latitude du vaisseau en mer, la parallaxe du soleil n'est d'aucune conséquence ; car le rayon est au sinus de la parallaxe horizontale ; comme le sinus de la distance au zénith est au sinus de la parallaxe de hauteur. Ainsi le soleil qui n'a pas plus de 9 secondes de parallaxe horizontale, ne peut pas avoir une parallaxe de hauteur qui produise aucune erreur considérable dans les observations ordinaires. Les Etoiles fixes n'ont aucune parallaxe sensible. Voyez la Note cc sur l'effet de la Parallaxe.

205. Mais la parallaxe de la Lune, étant la plus grande de celles des astres à cause de sa proximité de la terre, ne doit pas être méprisée, lorsqu'on sera obligé d'employer la hauteur de cet astre, parce que le mauvais tems aura empêché d'observer le soleil. La *Connoissance des Temps* donne la parallaxe & le diamètre horizontal de la Lune pour chaque jour, aussi bien que sa déclinaison. La Table V montre les parallaxes de hauteur, correspondantes à chaque parallaxe horizontale de la lune. Cette

Table est tirée de celles publiées par ordre de l'Amirauté à Londres en 1766, in-8°. Et la Table VI qui est tirée du premier vol. de l'Astronomie de M. de la Lande, donne la différence du diamètre de la Lune, pour chaque hauteur : je l'ai substitué à celle que j'avois adoptée dans le n°. 201 ci-dessus, parce que je l'ai trouvée très-défectueuse, en la comparant avec celle de M. de la Lande. On pourra fort aisément, à l'aide de ces Tables, ensemble avec les Ephémérides, déduire la hauteur du pôle, en connoissant la déclinaison de la Lune ; celle-ci se trouve aussi dans la même *Connoissance des Temps*, pour chaque jour de l'année.

*De la sixieme Correction (accidentelle) ; la Déviation, soustractive.*

206. Il y a bien des occasions sur mer, où il faut se contenter de pouvoir observer le contact des deux objets, quoiqu'ils soient hors du milieu du champ de la lunette. Pour gagner cet avantage, il n'y a qu'à faire une estime de l'endroit où l'on observera leur contact, afin de tenir compte de cette déviation.

207. Si par exemple on a fait l'observation à un tiers de la distance du milieu du champ entre les deux fils de la lunette, & qu'on sache déjà par le n°. 214, que le total de ce champ vaut 2 degrés ; le tiers de la moitié vaudra 20 minutes de déviation, & la Table IV, montrera la quantité qu'il faut retrancher de l'angle ainsi observé. Cette Table a été calculée par M. le Chevalier de Borda, qui a bien voulu me la communiquer pour le service du public. On verra dans la *Note b b* les principes de sa construction.

*De la septieme Correction (accidentelle) ; l'erreur du limbe.*

208. Cette correction n'a lieu que dans le cas où l'on emploie des instruments dont les divisions du limbe ne sont pas exacts, ou qui sont garnis de mauvais miroirs. On a donné la méthode pour connoître ces erreurs dans différents endroits de ce Traité ; particulièrement dans le n°. 163 & suivans. Voyez dans la *Note V* la Méthode-Pratique, pour redresser les erreurs de l'instrument. Lorsqu'on connoîtra l'erreur pour chaque degré, ce qui se trouve par la Table qu'on aura faite pour l'usage de l'instrument (n°. 165) ; on retranchera la quantité respective de cette erreur, si elle est en plus : ou on l'ajoutera, si elle est en moins, à l'angle observé.

*Observer le diamètre du Soleil, ou d'une autre Planete, &c.*

209. Quoique la Table II, qu'on donne à la fin de ce Traité, montre assez bien le diamètre du soleil pour chaque jour de l'année : c'est cependant dans la *Connoissance des Temps*, & dans des Ephémérides pareilles.

qu'on est sûr de trouver les diamètres du soleil & de la lune, déterminés avec toute l'exactitude nécessaire pour les employer dans des calculs qui exigent le plus grand scrupule; néanmoins il ne sera pas inutile de s'exercer dans ce genre d'observations, dont voici la pratique.

210. Observez avec votre instrument bien rectifié le contact des bords les plus voisins de l'autre, savoir le bord inférieur de l'image réfléchie avec le bord supérieur de son objet: notez la minute marquée par le *Nonius* sur l'alidade. Poussiez l'alidade jusqu'à ce que le bord supérieur de l'objet coïncide exactement avec le bord supérieur de son image. Voyez la minute marquée par le *Nonius*: & la différence de ces deux observations vous donnera le diamètre de la planète.

211. Mais pour vous en assurer davantage, poussez encore plus l'alidade jusqu'à ce que le bord inférieur de l'objet de vision directe touche le bord supérieur de son image réfléchie. La moitié de la différence entre cette observation & la première, sera le diamètre de la planète.

212. Il faut prendre garde à la manière de compter les *degrés* & les *minutes* qui tombent en arrière du *zero degré* du limbe vers *M*; comme on l'a déjà remarqué dans le n°. 193, & comme on le verra dans la Note *W*, n°. 8.

213. Il faudra répéter quelques fois cette observation, pour s'en assurer davantage: & s'il y a quelques différences dans les résultats, on prendra la *moyenne* comme la plus approchante de la véritable. On pourra juger de l'exactitude & de l'adresse de l'Observateur, si on compare le résultat de ces mesures du diamètre du soleil & de la lune avec celles qui sont marquées dans la *Connoissance des Temps*, en y faisant les corrections nécessaires à l'égard de celui de la lune, comme on la dit dans le n°. 201.

*Mesurer l'intervalle du champ entre les fils de la Lunette.*

214. Après avoir préparé & ajusté l'instrument pour observer par devant (n°. 173 & suivants) on mettra l'instrument avec son plan parallèle à l'horizon: ou autrement, on tournera la lunette avec les deux fils dans le sens horizontal. On observera une étoile, ou un autre objet qui n'ait point de diamètre sensible comme l'horizon de la mer, en mettant l'image réfléchie tout près du fil supérieur, mais par dessous ce fil: & l'objet de vision directe tout près du fil inférieur, mais au-dessus de ce même fil: de façon que l'image & son objet soient tous les deux aux deux termes du champ, entre les deux fils: & les nombres marqués par l'alidade sur le limbe, montreront la valeur angulaire

du champ entre les deux fils. On peut varier la position de cet objet pour en être plus sûr, en le regardant sur le fil supérieur par vision directe, & regardant sur le fil inférieur son image réfléchie. Alors la moitié de l'angle total de ces deux observations, donnera la valeur angulaire du champ, entre les deux fils de la lunette.

215. Mais si l'on prend un objet, qui ait un diamètre sensible, comme *v. g. le soleil ou la lune*; & qu'on mette le bord inférieur de l'image réfléchie sur le fil supérieur, & le bord supérieur de l'objet par vision directe sur le fil inférieur; dans ce cas on ôtera la valeur du diamètre de cet objet (qui sera connu par le n°. 209) de l'angle observé: & le reste sera la valeur angulaire du champ entre les deux fils de la lunette. On peut répéter cette observation dans le sens contraire, en observant dans la fulte le bord supérieur de l'image réfléchie en contact avec le fil inférieur, & le bord inférieur de l'objet par vision directe en contact avec le fil supérieur; dans ce cas ôtez de la somme totale de ces deux observations, deux fois le diamètre de l'objet, & le reste sera le double de la valeur du champ entre les deux fils de la lunette.

216. Il est prudent de répéter plusieurs fois ces observations pour être sûr de leurs résultats, en prenant la *moyenne* de toutes les observations. Par exemple supposons qu'il y ait 6 observations de la même espèce, faites avec une attention égale de la part de l'Observateur. Ajoutez-les toutes ensemble; divisez la somme par le nombre des observations: & le quotient donnera l'observation *moyenne*. Voici un exemple, où je fais entrer des *demi-minutes*, ce qui arrive dans les instrumens ordinaires, mais bien divisés, lorsqu'on voit deux divisions du *Nonius* également approchantes de la coïncidence, de façon qu'on ne fait pas laquelle des deux coïncide réellement avec la division du limbe. Supposons qu'on observât 6 fois la distance entre les deux fils de la lunette dans le 27 avril 1775: & qu'on trouvât les angles suivans par l'instrument.

Premiere Observation..... $5^{\circ}$ ..... $3'$ ..... $30''$ .

Deuxieme Observation..... $5$ ..... $4$ ..... $0$ .

Troisieme Observation..... $5$ ..... $3$ ..... $30$ .

Quatrieme Observation..... $5$ ..... $3$ ..... $30$ .

Cinquieme Observation..... $5$ ..... $4$ ..... $0$ .

Sixieme Observation..... $5$ ..... $3$ ..... $30$ .

Somme..... $30$ ..... $22$ ..... $0''$ .

En divisant cette somme par 6, le quotient  $5^{\circ} 3' 40''$  sera l'angle moyen. Or dans ce jour [ 27 avril ] le diamètre du soleil étoit  $31' 30''$  suivant la *Connoissance des Temps*: dont le double  $1^{\circ} 3' 40''$  retranché de  $5^{\circ} 3' 40''$ , le reste  $4^{\circ}$  sera le double du champ entre les deux fils: & par conséquent il vaudra 2 degrés.

*Mesurer la dépression de l'Horison.*

217. On peut prendre fort aisément, avec une corde & un plomb, la mesure réelle de la hauteur de l'œil de l'Observateur sur le pont du vaisseau, jusqu'à la surface de l'eau, en comptant de l'endroit même où l'on est en usage d'observer sur le pont; car il y a une convexité depuis le milieu jusqu'aux bords de chaque côté. Il est certain que cette hauteur au-dessus de la surface de la mer, est d'autant plus variable que les vagues font changer alternativement la position du vaisseau relativement à l'horison. Mais un peu d'habitude & de jugement de la part de l'Observateur ne manqueront pas de le conduire, pour fixer une hauteur assez exacte dans la pratique, suivant les différentes circonstances de chaque observation.

218. Lorsqu'on aura déterminé la hauteur de l'œil de l'Observateur au-dessus de la surface de la mer, on trouvera dans la *Table I* la quantité de l'angle correspondant à chaque pied d'élévation, mesure de France, qu'il faut rabattre dans l'observation. Cette Table a été calculée par M. le Chevalier de Borda; elle est un peu différente de plusieurs autres qui ont été publiées par quelques Auteurs; parce que M. de Borda a eu égard à l'effet de la réfraction horizontale.

219. Mais on va voir dans l'article suivant, les grands défauts de toutes les mesures & dépressions de l'horison, prises des Tables qui les donnent comme constantes pour chaque élévation de l'œil au-dessus de la surface de l'eau.

*Déterminer la vraie dépression actuelle de l'Horison.*

220. On suppose généralement une *réfraction horizontale* moyenne comme constante dans les *Tables des dépressions* de l'horison dont on vient de parler, pour déterminer les hauteurs apparentes des astres: cependant elle est si variable même sur mer, qu'elle va quelquefois à 17 minutes, & plus encore. On lit dans les *Transactions philosophiques*, vol. 60, page 131, que la Latitude de la Factorie, dans la rivière Churchill de la baye de Hudson, n'étoit que de  $58^{\circ}. 55' 30''$ , par les observations faites dans l'Observatoire qu'on y avoit établi à terre avec un Quadrant Astronomique, dont les observations ne dépendent pas de l'horison, mais seulement de l'à-plomb: au lieu que cette Latitude devoit de  $59^{\circ}. 12', 15''$ , suivant les observations, qu'on avoit faites à bord du vaisseau avec le Sextant à réflexion.

221. La réfraction, en élevant l'horison, faisoit paroître la hauteur méridionale du soleil  $36^{\circ}. 2', 15''$ , quoique cette hauteur fût en effet beaucoup plus considérable; & par conséquent la Latitude devoit plus grande. M. Wales, Astronome Anglois, à qui on doit ces observations, fait monter à dix minutes pour le moins les erreurs moyennes, causées par la réfraction dans les observations faites sur mer

avec des instruments à réflexion, par lesquels on prend l'horison comme terme de comparaison pour les hauteurs.

222. En effet c'est un phénomène, assez connu des Marins, que de voir de dessus le tillac ou gaillard du vaisseau une Isle, ou une côte fort distinctement; tandis qu'on ne peut pas les voir des hunes des mâts, à cause de la grande réfraction de la couche inférieure de l'Atmosphère. Le même Astronome, qui a fait les observations ci-dessus, dit avoir lui-même observé ce phénomène; & être monté pour se convaincre par ses propres yeux, sur les hunes du grand mâ, sans avoir découvert terre; au lieu qu'on la voyoit alors très-distinctement du gaillard du même vaisseau. Voyez le *vol. 60 des Transactions Philosophiques*, pag. 115. On a dit de l'Isle de Madere, qu'elle disparoissoit après avoir été vue par ceux qui la cherchoient, ce qui l'avoit fait appeller l'*Isle Enchantée*. Cette singularité dépendoit apparemment d'un phénomène pareil à celui que nous venons d'expliquer.

223. On doit donc tâcher d'observer les hauteurs sur mer indépendamment s'il est possible, de ces grandes variations de l'Atmosphère. Pour obtenir cet objet important, on prendra les deux hauteurs d'un astre quelconque, c'est-à-dire sa hauteur par *devant* & son supplément par *derriere*, toutes les fois que les deux parties opposées de l'horison se trouveront découvertes dans le temps qu'on fait quelqu'observation. Car il est certain que la différence de leur somme au-delà de  $180^\circ$ , sera le double de la dépression actuelle de l'horison, à moins que les réfractions, dans les deux points opposés de l'horison, ne soient inégales; ce qui n'est pas probable, ou du moins il n'y aura aucune différence considérable, & cela n'arrivera pas souvent. La valeur de cette dépression sera celle dont on fera usage pour corriger l'observation; & en la comparant avec la mesure actuelle du n°. 217, elle donnera la différence entre la réfraction actuelle, & celle qu'on a adoptée dans la *Table premiere* à la fin de ce Traité. Mais il vaudra mieux la comparer avec la dépression calculée simplement sur cette Analogie : le demi-diametre de la Terre (3281012 toises sous l'Equateur, ou 3271202 toises dans nos latitudes, selon M. de la Lande; & 20899059 pieds Anglois selon M. Robertson) plus la hauteur de l'œil de l'Observateur, est au rayon ou sinus total : comme le même demi-diametre est au Cosinus de l'angle de la dépression de l'horison, c'est-à-dire  $cc (= cn. + ne. \text{fig. 34 Planche 3})$  : Rayon ::  $ct$  : Sin. angle  $cet$  ( $= \text{Cosin. angle } zet$ ). On trouvera après la *Table III des Réfractions*, une autre petite Table, qui montre les angles de la simple dépression de l'horison pour des différentes hauteurs de l'œil de l'Observateur au-dessus de la surface de la Mer. Si on compare la dépression observée dont on vient de parler, avec celle de cette Table; leur différence montrera la réfraction horizontale actuelle : & par une simple proportion on reconnoitra la vraie réfraction de la hauteur de l'Astre, comme on le

dira dans la *Note ii.* Cette Table est tirée du *Traité de Navigation* de M. Bezout, déjà cité.

224. On pourra faire la même observation par la première opération qu'on expliquera dans le n°. 244. Car en ôtant 180 degrés de ceux marqués sur l'instrument, le reste donnera le double de la dépression actuelle de l'horizon. Mais si l'on a un des Sextants ou Octants nouveaux, dont on a parlé dans le Mémoire qui précède ce Traité; on pourra faire ces observations par devant, lors même que la hauteur de l'astre ne sera pas plus de 30 degrés, sans avoir recours à l'observation par derrière. Car on y pourra observer par devant des suppléments fort grands, comme on va le voir dans l'article qui suit.

*Observer par devant, des Angles plus grands que la valeur du limbe de l'Instrument.*

225. La partie Théorique de cette manière d'observer se trouve déjà établie & détaillée dans la *Problème premier* du Mémoire qui précède ce Traité. Ce n'est qu'avec les instrumens nouveaux qu'on peut obtenir cet avantage dans les observations par devant, sans employer un instrument dont le limbe soit de 70 ou 75 degrés; limbe qui en effet est bien plus embarrassant, que l'arc de 45 degrés de ces Octants.

226. On trouve la description de l'Octant qui réunit ces qualités dans les n°. 97 & 144. Il ne s'agit à présent que de montrer l'usage, qu'on en doit faire.

227. On suppose que l'on a rectifié la perpendicularité du miroir de l'alidade (153) & des miroirs horizontaux *A* & *B*, *fig. 11* par le n°. 155 & *suiv.* & qu'on a rendu bien perpendiculaire au plan de l'instrument l'axe commun de ces Miroirs (18); ce qu'on exécute par le moyen de trois vis, qui sont dessous le cercle *ZP*, & servent pour mettre ce cercle parallèle au plan de l'instrument. Car s'il y a quelque défaut, il ne peut pas manquer de paroître, lorsqu'on ébranle la coïncidence des deux images sur le miroir *B* avec l'alidade aux deux bouts *R* & *M* du limbe; c'est-à-dire, lorsqu'on ajuste la coïncidence du miroir *B* avec celui de l'alidade à 90 ou 60 degrés, en regardant par la pinnule *K* ou *H* (*fig. 11*), selon qu'il a été détaillé dans la solution du Problème premier n°. 14. Voyez la note *K*.

228. Cela supposé, mettez la pinnule (*fig. 23*) dans l'échancrure *X*, *fig. 11*; faites le miroir *A*, parallèle à celui de l'alidade par le n°. 180; en tournant par dessous plus ou moins le pignon *x*, avec la clef de la *fig. 21*. Arrêtez le cercle *ZP* dans cette position par la vis *v* de l'agraffe *w*, poussez l'alidade jusqu'au degré 60: mettez la pinnule *fig. 23* dans l'échancrure *H*: lâchez la vis *r*, & faites l'autre miroir *B*

parallèle à celui de l'alidade, en tournant le pignon *s* avec la même clef (fig. 21) : & arrêtez-le par la vis *r*, sur cet endroit du cercle *Z P*.

229. Otez la pinnule de *H*, & mettez-la dans l'échancrure *L*, (même fig. 1) : lâchez la vis *v* de l'agraffe *w*, & tournez le pignon *x* avec la même clef, jusqu'à ce qu'en regardant par la pinnule en *L*, vous voyez la coincidence des deux images sur le miroir *B* : c'est à dire de l'image réfléchie d'un objet bien éloigné, en parfaite coincidence avec le même objet. Arrêtez alors le cercle *Z P* par la vis *v* de la même agraffe *w* : & l'instrument sera prêt pour observer par *devant*, tous les angles depuis 0 degré jusqu'à 150 degrés.

230. Car on pourra observer tous les angles qui n'excèdent pas 90 degrés sur le miroir *B*, comme à l'ordinaire avec la pinnule dans l'échancrure *L* : & pour observer des angles au delà de 90 degrés, on mettra la pinnule dans l'autre échancrure, qui est un peu plus haut vers le centre de l'instrument & qui est marquée par le n°. 150 dans la même fig. 11 ; on se servira alors de l'autre miroir horizontal *A*, qui est tourné 30 degrés au-delà du zero degré du limbe.

231. On verra par la *Note J*, qu'il est fort aisé d'observer par *devant* des angles au delà de 150 degrés ; mais quoiqu'on puisse construire des Octants qui soient propres pour cet usage, ils deviendroient peut-être moins commodes pour manœuvrer dans les observations. C'est par cette raison qu'on a jugé plus à propos de ne pas excéder le terme de 150 degrés dans les Octants de cette nouvelle construction.

*Observer par devant toutes sortes de distances angulaires.*

232. Après avoir lu avec un peu d'attention les détails qu'on a déjà donnés sur l'usage de ces instruments, on n'aura aucune difficulté à les appliquer pour mesurer toute autre sorte de distances angulaires. La première attention de l'Observateur doit être la position de son instrument, dont le plan doit passer par son œil & par les deux points des deux objets, dont il veut connoître la distance angulaire.

233. Lorsqu'on observe la lune, on doit prendre toujours le bord du limbe qui est le mieux défini & pleinement éclairé : ensuite on en fait la correction, suivant qu'il est opposé ou du même côté de l'objet auquel on le compare, comme on l'a détaillé dans la *Note ff*. Mais il est fort rare qu'on se serve des hauteurs de la Lune pour déterminer la latitude sur Mer, à moins d'avoir été empêché par quelque mauvais temps. A l'égard des Etoiles, leurs hauteurs sont presque toujours difficiles à observer à cause de l'obscurité, qui empêche de voir l'horizon bien terminé. C'est pendant le crépuscule qu'on fait le mieux les observations des Etoiles.

234. Lorsqu'un, ou tous les deux objets ont des diamètres sensibles, on n'observe que l'attouchement de leurs limbes. Ainsi, pour avoir l'angle au centre, il faut toujours ajouter leurs demi-diamètres (ou celui de l'astre qui en a), lorsqu'on observe par devant le contact de leurs limbes internes; au contraire, si l'on observe le contact de leurs limbes externes, en faisant passer l'un par dessus l'autre, & observant l'attouchement de la partie du limbe, la plus distante d'un chacun, on doit retrancher de l'angle ainsi observé, la valeur des demi-diamètres des deux objets. *Voyez le détail de cette correction dans la Note ff.*

235. Si les objets ne sont pas à une grande distance, on suivra les règles & directions qui seront données dans la *Note H*, n°. 18 & suivants, selon que les circonstances l'exigeront. Mais on doit être averti que toutes les *distances angulaires*, ne sont proprement que des *distances apparentes* en plusieurs cas; & qu'il faut alors les corriger des effets de la *Parallaxe* & de la *Refraction*, &c. par le moyen du calcul, dont on donnera un Exemple dans le n°. 309 & suiv.

236. En général on doit toujours prendre par vision directe, s'il est praticable, l'objet qui est le plus difficile à observer; soit parce qu'il est moins lumineux, soit parce qu'il est plus petit, ou plus aisé à être pris pour un autre. Par exemple si c'est une étoile, on la regarde directement par la lunette, ou par la pinnule au défaut de lunette: & on la conserve dans le champ de vision, mettant dans le même temps l'instrument de manière que son plan passe aussi par l'autre objet; on tournera un peu l'instrument à gauche ou à droite, pour que l'image réfléchie paroisse dans le champ de la lunette: & c'est par cette raison qu'on tâchera de mettre l'alidade à-peu près au degré du limbe, qui en mesurera la distance angulaire, lorsqu'on préparera l'instrument (168). En approchant de plus en plus un objet de l'autre, moyennant le mouvement de l'alidade, ou de la vis qui la fait mouvoir lentement, (n°. 67) on parviendra à observer exactement leur contact.

Les exemples suivans montreront la pratique de tout ce qu'on vient de remarquer; sur ce sujet. J'y suppose pour la plupart le plus grand nombre de corrections à faire pour fixer davantage l'attention du Lecteur, quoiqu'on ne soit pas souvent dans le cas de les faire toutes.

*Exemples des Observations par devant.*

237. A. Exemple 1. On a observé la hauteur du bord inférieur du Soleil sur l'horison, le 7 Août 1775, le vaisseau étant alors vers le 45

degré de longitude à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé par le Sextant, ou par l'Octant.....  $39^{\circ} 14' 0''$

Première correction, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose nulle.

Deuxième correction, la vraie dépression de l'horizon (220) soustraïve.....

— 4 27

Troisième correction, le demi-diamètre (200) additive, par la Table II.....

$39 \ 9 \ 33$   
+ 15 49

Quatrième correction, la réfraction (202) soustraïve, par la Table III.....

$39 \ 25 \ 22$   
— 1 22

La cinquième correction n'a pas lieu dans ces observations du Soleil : & je suppose que les deux autres corrections accidentelles ne sont point nécessaires dans le cas présent.

Ainsi la hauteur vraie du Soleil sera.....  $39^{\circ} 24' 0''$

237. B. Exemple 2. On a observé le 10 Novembre 1775 la hauteur du bord inférieur du Soleil, le vaisseau étant vers le 180 degré de longitude à l'Est de Paris; & l'on a trouvé.....  $47^{\circ} 33' 0''$

Première correction, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose additive.....

+ 5 30

Deuxième correction, vraie dépression de l'horizon (220) soustraïve.....

$47 \ 38 \ 30$   
— 3 30

Troisième correction, le demi-diamètre (200) additive par la Connoissance des Temps.....

$47 \ 35 \ 0$   
+ 16 13

Quatrième correction, la réfraction (202) soustraïve par la Table III.....

$47 \ 51 \ 13$   
— 1 2

Cinquième correction, la parallaxe (204) n'a pas lieu.

$47 \ 50 \ 11$

Sixième correction, la déviation (206) soustraïve par la Table IV, en la supposant de 30'.....

— 7

Septième correction, l'erreur du limbe (208) que je suppose soustraïve.....

$47 \ 50 \ 4$   
— 6 2

Donc la hauteur vraie du Soleil sera.....  $47^{\circ} 44' 2''$

Ou en nombres complets.....  $47^{\circ} 44' 0''$

237. C. Exemple 3. On a observé le 7 Janvier 1775, à dix heures du soir, la hauteur de l'Etoile qui est plus au Nord dans le *quarré de la grande Ourse*, marquée  $\alpha$  (alpha) dans le Catalogue, lorsqu'elle étoit au-dessous du Pôle; le vaisseau étoit vers le 120 degré de longitude à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé par l'instrument.....  $30^{\circ} 6' 0''$

Correction 1, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose soustractive.....

— 3 0

Correction 2, la dépression de l'horison (198) soustractive par la Table I.....

30 3 0

— 3 33

Correction 3, demi-diametre (200) nulle.

29 59 17

Correction 4, la réfraction (202) soustractive par la Table III.....

— 1 54

Correction 5, la parallaxe (204) nulle.

29 57 33

Correction 6, la déviation (206) soustractive, par la Table IV, en la supposant de 20'.....

— 2

Correction 7, l'erreur du limbe (208) que je suppose additive.....

29 57 31

+ 29

Donc la hauteur vraie de l'Etoile sera.....

29 58 0

237. D. Exemple 4. On a observé, le 19 Mai 1774, vers les deux heures & un quart après midi, étant par une longitude estimée de 52 degrés à l'Ouest de Paris, la distance entre les bords internes du Soleil & de la Lune; & l'on a trouvé par le Sextant, en prenant la moyenne de cinq observations, un angle de.....  $101^{\circ} 13' 59''$

Correction 1, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose additive.....

+ 1 27

Correction 2, la dépression (191) n'a pas lieu à présent.

Correction 3, demi - diametre de la Lune (234) additive, par la connoissance des temps.....

+ 15 28

Plus, la Correction de ce demi-diametre, suivant la hauteur, (n°. 201) additive par la Table VI, en supposant la hauteur de la Lune de 18 degrés.....

+ 5

Plus, le demi-diametre du Soleil (234) additive, par la Connoissance des Temps.....

+ 15 50

Corrections 4 & 5, la réfraction & la parallaxe n'entrent dans les observations de distance que par la méthode qu'on donnera dans le n°. 309.

101° 46' 49''

\* I-ij

|  |                 |              |
|--|-----------------|--------------|
|  | De l'autre part | 101° 46' 49" |
| Correction 6, la déviation (206) soustraïtive, que je suppose de 20', par la Table IV, sera..... | —               | 8            |
| Donc la distance des centres du Soleil & de la Lune sera   |                 | 101 46 41    |

237. *E. Exemple 5.* On a observé la hauteur du bord inférieur de la Lune, le 23 Juillet 1775 à 14 heures du soir, ce qui fait 2 heures après minuit, la longitude du vaisseau étant à l'Est de Paris d'environ 120 degrés; & l'on a trouvé par l'instrument..... 83° 44' 0"

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. Correction, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose additive.....  | + 2 0              |
| 2. Correction, dépression (198) soustraïtive: suivant la Table I, je la suppose.....   | 83 46 0<br>— 3 50  |
| 3. Correction, demi-diametre (200) additive: par la Connoissance des Temps, le demi-diam. horis. de la lune (Voyez les Notes (*) au bas de cette page) étoit.....  | 83 42 10<br>+ 15 4 |
| La Correction de ce demi-diametre (201) suivant la Table VI, doit être également additive.....   | + 14               |
| 4. Correction, la réfraction (202) soustraïtive, est par la Table III.....   | 83 57 28<br>— 8    |
| 5. Correction, la parallaxe (204) additive. Par la Connoissance des Temps, la parallaxe horizontale est 55' 13"; mais cette parallaxe doit être réduite en parallaxe de hauteur, suivant le n°. 205. Par la Table V..... | 83 57 20<br>+ 6 0  |
| 6. Correction, déviation (206) soustraïtive, en la supposant de 20', la Table IV donne.....  | 84 3 20<br>— 6     |
| 7. Correction, l'erreur du limbe (208) que je suppose soustraïtive de.....   | 84 3 14<br>— 19    |
| Donc la vraie hauteur sera.....  | 84 2 55            |
| Ou en nombres complets.....  | 84 3 0             |

(\*) 1°. L'heure du vaisseau étoit la quatorzième après-midi; mais se trouvant à 120 degrés à l'Est de Paris, il y a 8 heures à retrancher: c'étoit donc 6 heures du soir à Paris. Or, le diametre de la ☾ à midi de ce jour étoit 30' 4": celui du jour suivant, 29' 51": leur différence 13"; dont le quart soustraïtif (puisque'il alloit en diminuant) est 3", 25; qui joints à 30' 4", font 30' 7", 25; dont la moitié est 15' 4".

2°. C'est par cette même méthode qu'on détermine avec exactitude la Déclinaison des Astres; & toutes les autres circonstances qui sont variables, à moins qu'il ne soit pas nécessaire d'employer une plus grande exactitude, comme il arrive dans le calcul du lieu de la Lune. Car alors il faut employer les différences secondes. Voyez le n° 287 du Traité de la Navigation de M. Bezout.

3°. J'ai supposé que les observations des exemples B & A ci-dessus, furent faites à midi,

## M A N I E R E

### *De faire les Observations par derriere.*

#### *De l'importance des Observations par derriere.*

238. **O**N ne peut trop recommander aux Marins de s'exercer dans ce genre d'observations, pour se les rendre familières & aisées dans la pratique. Elles sont les seules auxquelles il faut recourir dans quelques cas urgents, comme on l'a déjà insinué dans le n°. 20 du *Mémoire*, & encore plus positivement dans le n°. 220 & *suivans* de ce *Traité*. On y a vu combien il est important d'employer ces observations toutes les fois que le tems & les circonstances le permettent, pour observer les suppléments des petites hauteurs des astres. C'est alors que les difficultés s'augmentent pour obtenir des résultats sûrs, & que les erreurs se multiplient. Il faut donc s'efforcer de les surmonter par le secours que ces observations nous offrent.

239. Il y a des Marins qui se sont rebutés trop légèrement de ces observations à cause de l'attention qu'il faut apporter, pour trouver l'image de l'objet qui est par derriere, sur le miroir & comme en tâtonnant. Mais un peu d'adresse & d'exercice dans la pratique de ces observations surmonteront aisément cette difficulté. On voit tous les jours des opérations infiniment plus difficiles devenir fort familières & très-aisées dans l'exécution; d'ailleurs si l'on met l'objet de vision directe dans le champ du miroir, après avoir mis l'alidade à l'angle qu'on veut observer, ce qu'on connoît d'avance à peu de chose près: il n'y aura qu'à balancer un peu l'instrument, en le tournant sur l'axe de la lunette d'un côté ou de l'autre, & l'image réfléchie de l'autre objet viendra s'y joindre avec l'objet de vision directe, comme il est dit ci-dessus.

#### *Rectification ou Ajustement pour observer par derriere.*

240. La rectification des Octants & Sextants pour observer par derriere, c'est-à-dire, avec le dos tourné à un des deux objets dont on mesure la distance angulaire; consiste à faire coïncider l'image réfléchie de l'objet qui est derriere l'Observateur, avec un autre objet qui lui soit opposé en ligne droite devant lui, tandis que l'alidade se trouve

## 72 MANIERE DE FAIRE LES OBSERVATIONS

au *zero degré* du limbe , qui pour lors vaut  $180^{\circ}$ . Voyez la Note H. n<sup>o</sup>. 17. Cet ajustement ne demande pas moins d'attention de la part de l'Observateur , que l'ajustement pour les observations par devant. Je suppose que le miroir de l'alidade est bien perpendiculaire au plan de l'instrument n<sup>o</sup>. 153. ( Voyez aussi la Méthode de la Note ee ). Je suppose aussi tous les avis donnés dans le n<sup>o</sup>. 166 & suivans , qu'on a mis la lunette & les verres obscurs dans leurs places respectives , pour observer sur le miroir *A* : & qu'on se souvient d'employer la directrice du n<sup>o</sup>. 130 , en cas que l'on n'ait point une lunette dans l'instrument. Les Octans & Sextans ordinaires , étant garnis d'un second miroir *A* , fig. 10 Planché II , pourront être rectifiés par quelque une des Méthodes suivantes , dont on choisira la plus convenable , suivant les circonstances & l'occasion des observations. Voici la plus commune.

### Premiere methode de l'Ajustement par derriere.

241. Prenez le double de la *dépression* de l'horison ( déjà connue par le n<sup>o</sup>. 220 ci-dessus ) sur l'arc *d'excès* du limbe , c'est-à-dire entre le 0 degré & le bout *M* du même limbe. Mettez y l'alidade : & regardant l'horison avec l'œil en *K* ( 169 ) à travers la partie diaphane du miroir *A* , tournez , s'il le faut , le levier de ce miroir ( 92 ) ou la vis ( 95 ) , pour ramener l'image réfléchie de l'horison derriere vous , en coincidence avec l'horison de devant , de façon que les deux images n'en forment qu'une seule , continuée en ligne droite : arrêtez alors le levier ou la vis sans fin , pour que le miroir *A* reste dans cette position.

242. Mais si la vraie *dépression* actuelle ne vous est pas connue , mettez le miroir *A* à peu près à  $90^{\circ}$  degrés , c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du miroir de l'alidade : faites marcher l'index , ( c'est-à-dire l'alidade ) jusqu'à trouver la même coincidence des deux parties de l'horison du n<sup>o</sup>. précédent. Marquez le nombre montré par le *Nonius* au-delà du *zero degré* du limbe vers *M*. Tournez votre instrument avec le limbe en haut & le centre en bas ; & tenez-le bien verticalement avec la main gauche par le milieu de la croix de l'assemblage de la fig. 10 , ou par le manche des figures 11 & 12 , vous aidant dans le même tems avec la main droite appliquée au bout *M* du limbe ; alors en penchant un peu la tête , pour ne pas empêcher par votre corps le passage des rayons de l'horison derriere vous jusqu'au miroir de l'alidade , vous observerez la coincidence de cette image avec l'horison par vision directe , faisant marcher l'alidade , autant qu'il le faut , sur le limbe.

243. Le nombre de degrés trouvés par cette seconde observation , doit être le supplément de ceux trouvés dans la premiere observation , pour les  $360^{\circ}$  du cercle entier , comme il paroît par la Note dd. S'il y

a plus ou moins que 360 degrés dans la somme entière, il faudra tourner le miroir *A* un peu sur son axe par le levier ou par la vis ci-dessus (n°. 92 & 95) & répéter ces observations jusqu'à ce que la somme des deux observations soit égale à 360; & pour lors l'instrument sera ajusté comme il faut pour observer par *derriere*.

244. Lorsqu'on aura ajusté le miroir, comme il faut pour obtenir la somme ci-dessus par les deux observations, on saura à quoi s'en tenir pour la valeur de la dépression actuelle de l'horison. Car en étant 180 degrés de la première des deux observations, (faites avec l'instrument dans la situation ordinaire, c'est-à-dire avec le centre en haut & le limbe en bas), le reste sera le double de la dépression actuelle de l'horison. Par exemple si la première observation montre dans le limbe 6 min. au-delà de 180 deg., & que la seconde observation donne 179 degrés 54 minutes qui est le supplément pour 360 degrés, on sera assuré que l'instrument est bien ajusté, & qu'il faudra compter pour la dépression actuelle de l'horison 3 min. Bien souvent la mesure actuelle de la hauteur trouvée par le n°. 217, montrera une dépression assez différente.

245. La méthode de cet ajustement ou rectification de l'instrument n'est point trop aisée à pratiquer, & ne laisse pas d'être un peu gênante dans la seconde opération du n°. 242; soit qu'on l'exécute en s'inclinant à la gauche pour observer avec l'œil du même côté, soit qu'on se plie sur la droite, en élevant le bras droit & regardant avec l'œil droit. Mais elle est la plus générale & propre pour les Octants ordinaires. En effet elle suppose que la réfraction est égale de tous les côtés de l'horison, & que les deux parties de l'horison sont tout-à-fait découvertes, & assez distinctes, sans aucun brouillard ou nuage: ce qui n'est pas toujours le cas en haute mer, lorsqu'on a besoin de faire ces observations.

*Seconde Méthode pour rectifier le miroir des observations par derriere.*

246. Après avoir bien rectifié l'instrument pour observer par *devant*, on mettra l'alidade à 90 degrés; & on cherchera en observant par *devant*, cette distance angulaire entre deux objets célestes, le soleil, la lune, des étoiles, &c. ou même entre deux promontoires assez éloignés, si l'on voit la côte, &c. On tournera l'instrument, & appliquant l'œil en *K*, on doit trouver la même coïncidence de ces deux objets, en les observant par *derriere* avec le miroir *A*, comme on l'a remarqué dans les n°. 52 & 163, en parlant de la rectification du limbe. Si l'on y trouve quelque différence, on fera tourner le miroir *A*, autant qu'il le faudra.

autrement on aura soin de faire la correction de cette erreur dans les observations qu'on fera avec l'instrument ainsi rectifié.

247. Si les deux objets ne sont pas exactement à 90 degrés de distance, cela n'empêche pas l'effet de cette rectification, pourvu que leur angle soit mesurable dans l'arc de l'instrument, tant par devant que par derrière. Car si l'on observe par devant un angle, par exemple de 91 degrés, 30 minutes, & qu'en tournant l'instrument on mette l'alidade à 88 degrés 30 minutes; alors celui-ci fait le même angle de 90 degrés 30 minutes, en observant par derrière, comme on en a averti dans les n°. 72 & 73.

248. Les deux objets qu'on prend pour faire cette rectification, doivent être à une grande distance de l'Observateur: ou du moins celui qu'on prend par vision directe doit être bien éloigné; car autrement l'ajustement de l'instrument ne sera pas exact, comme il est aisé de le voir par la Note H. n°. 17 à cause de l'angle parallaxique, produit par le peu de distance de l'objet qu'on prend par vision directe. Cependant un Observateur habile ne manquera pas de trouver peut-être même dans le vaisseau, deux objets à la distance requise de près de 90 degrés pour pratiquer cette méthode de l'ajustement pour observer par derrière, en se conformant aux avis donnés dans les n°. 19 & suivants de la même Note H.

*Troisième Méthode de la rectification pour observer par derrière.*

249. L'opération que j'ai décrite dans le n°. 51 fournit une autre méthode pour rectifier le miroir A pour les observations par derrière. On doit dans ce cas chercher deux objets, qui soient diamétralement opposés (ou du moins à une légère différence près) & qui soient assez éloignés, Voyez la Note H. n°. 18 & suivants. Ayant trouvé ces deux objets, on met l'instrument dans le sens horizontal, avec l'alidade & les miroirs en haut: on observe par derrière la coïncidence de leurs images; & en tournant en bas la face de l'instrument qui étoit tournée en haut, on observe de nouveau cette même coïncidence.

250. Au lieu de tourner l'instrument sens-dessus-dessous, il est plus aisé pour l'Observateur de faire un demi-tour lui-même avec son instrument, en le conservant dans la même position horizontale, & de prendre par vision directe, l'objet qu'il avoit pris par réflexion: pourvu que les deux objets soient fort éloignés. Les nombres marqués par ces deux observations, doivent faire la somme de 360 degrés. Autrement on agira comme on l'a indiqué ci-dessus, soit en changeant la position du

du miroir , ou en tenant compte de cette correction dans les observations.

251. On pourroit employer cette méthode sur mer , en comparant un astre qui se couche dans l'horison , avec un autre dont la hauteur apparente seroit égale au double de la dépression de l'horison. Quoique les réfractions fort près de l'horison soient trop variables par les différentes dispositions de l'atmosphère , pour compter sur ces observations , néanmoins elles ne causeront aucune erreur sensible dans le cas présent , où il ne s'agit que de la hauteur apparente.

*Quatrième Méthode de rectifier les Instrumens nouveaux , par un seul objet pour les observations par derriere.*

252. On n'est nullement gêné sur les circonstances favorables des deux objets qu'il faut avoir pour rectifier l'instrument avec lequel l'on observe par *derriere* , lorsqu'on en a un de la nouvelle construction. Car un seul objet suffit pour la faire avec toute l'exactitude qu'il est possible d'obtenir dans ces observations. Si c'est un Octant construit dans la forme représentée par la *fig. 11* , *Pl. 2* , mettez l'alidade à *zero degré* , & la pinnule en *X* ; faites le miroir *A* parallele à celui de l'alidade , en tournant le cercle *ZP* par le pignon *x*. Arrêtez-y ce cercle par la vis *v* de l'agraffe *w*. Poussiez alors l'alidade jusqu'au *degré 50* du limbe , mettez la pinnule en *K* : faites le miroir *B* parallele au miroir *N* de l'alidade , en tournant le pignon *s*. Arrêtez ce miroir par l'agraffe ou vis *r*. Otez la pinnule de l'échancrure *K* , que vous mettrez dans celle marquée *L* : remettez l'alidade à *zero degré* : & desserrant la vis *v* , tournez le pignon *x* , jusqu'à ce que le miroir *B* devienne parallele au même miroir *Nn* ; dans ce cas , le miroir *A* aura tourné *45 degrés* en arriere.

253. Si l'on répète cette opération encore une fois , on a le miroir *A* à deux fois *45 degrés* , relativement au miroir *Nn* , lorsque l'alidade se trouve au *zero degré* du limbe : ce qui est la vraie position qu'il faut pour observer par *derriere* , comme on l'a déjà démontré dans le *problème 2 n°. 19 & suivans*. Ainsi on observera par devant sur le miroir *B* , ayant la pinnule ou lunette en *L*. Et pour observer par derriere , la pièce représentée dans la *figure 30* de la *planche 2* , sera attachée sous le cercle *ZP* , au corps de l'instrument , en l'y affermissant par la vis *a* , dont elle est garnie : & on mettra , dans son échancrure *b* , la pinnule , ou porte-lunette de la *fig. 23* , de même que dans les autres endroits de l'instrument.

254. La méthode que je viens de détailler pour rectifier ces instru-

K

mens nouveaux, est une conséquence de la nouvelle construction qui fait l'objet du Mémoire qui précède ce Traité, comme on l'a vu par le Problème 2, n°. 19. Mais on peut l'obtenir aussi en rendant le miroir de l'alidade mobile, comme on va le voir dans l'article suivant. On verra aussi les avantages de cette construction dans l'*Appendix* qui suivra ce Traité, & dans la *Note ee*: actuellement je vais montrer la méthode de cette seconde (ou plutôt cinquième) espèce d'ajustement.

*Cinquième Méthode de l'ajustement par derrière dans les Instrumens nouveaux.*

255. Si la platine qui porte le miroir *Nn* de l'alidade figure 10, est construite, de manière qu'elle puisse tourner sur son axe indépendamment de l'alidade, & y être arrêtée ou détachée à volonté, par le moyen d'une agraffe *r* qui la tiennne au corps de l'instrument, tandis que l'alidade se meut toute seule, & d'un autre agraffe *z* qui puisse la tenir attachée lorsqu'on le voudra, à la même alidade; voyez la fig. 32, Pl. 3; & la fig. 11, Pl. 2. On aura pour lors tout ce qu'il faut pour faire cet ajustement. Premièrement ajustez le miroir *B* parallèle à *Nn*, par la coïncidence d'une image réfléchie, avec son objet de vision directe: arrêtez la platine du miroir *Nn* au corps de l'instrument; & détachez l'alidade. Menez l'alidade à 90°. dans les Octans, ou à 120 degrés dans les Sextans. Serrez alors l'agraffe *z* de la platine de *Nn* sur l'alidade, & détachez l'autre agraffe *r* qui la tenoit au corps de l'instrument. Ramenez l'alidade à 0°; & le miroir *Nn* se trouvera 90° en arrière dans les Octans, & 120° dans les Sextans.

256. Serrez l'agraffe *r* qui sert à retenir la platine du miroir *Nn* au corps de l'instrument, & desserrez celle *z* de l'alidade. Menez-la au degré 90° du limbe dans les Octans, ou au 60° du limbe, si c'est un Sextant. Serrez-y l'agraffe *z*, qui tient la platine à l'alidade, & détachez l'autre agraffe *r*: amenez pour la dernière fois l'alidade à 0°; & le miroir *Nn* se trouvera reculé de 90°, en arrière du miroir *B*. Faites alors le miroir *A* parallèle au miroir *Nn* par la coïncidence ordinaire. Desserrez l'agraffe de celui-ci, & sans mouvoir l'alidade du zero du limbe, remettez ce miroir parallèle au miroir *B*, qui est resté immobile pendant toute cette opération. Arrêtez dans cette position le miroir *Nn* sur l'alidade par l'agraffe *z*. Alors le miroir *B* sera ajusté pour observer par devant, & le miroir *A* pour observer par derrière.

*Sixième Méthode de l'ajustement pour observer par derrière, avec les Instrumens nouveaux.*

257. Les Sextans de la nouvelle construction ne diffèrent des

Oùtants dont je viens de parler dans le n°. 354, que dans l'application un peu plus courte des mêmes principes, par laquelle on simplifie la même opération des Oûtants. Car, en effet, ce n'est qu'une seule opération qu'il faut employer à les ajuster pour les observations par *derriere*, comme on l'a dit dans le n°. 34 & dans la *Note R*. Soit le Sextant de la *fig. 12*, *Planche 2*, qu'on veut ajuster pour les observations par *derriere*: mettez l'alidade à 120 degrés: desserrez la vis *a*, & tournez le pignon *t* dont on a parlé dans le n°. 99, jusqu'à ce que le bras *d b* arrive au bout *f* du Secteur *f d r*, & que l'on trouve le miroir *B* parallèle à celui *N* de l'alidade, en observant, par la pinnule de la *fig. 23*, qu'on mettra en *K*, la coincidence de l'image par *réflection*, avec son objet vu par des *rayons directs*. Cela fait, serrez l'agraffe *a* qui est dessous pour le tenir ferme dans cet endroit.

258. Ôtez la pinnule de *K*: placez-la dans l'échancrure de l'instrument qui est entre *N* & *T*. Ramenez l'alidade à zero degré, & regardant par la pinnule que vous avez mise dans l'échancrure près de *N*, faites que le miroir *A* qui se trouvera alors près de l'endroit *B*, soit parallèle au miroir *N* de l'alidade, par la même coincidence de l'image avec son objet, en le tournant, s'il le faut, par la vis sans fin *b c*, avec la clef de la *fig. 21* que vous mettrez dans le bout *b* de la même vis. Dans ce cas, les deux miroirs *A* & *B* seront inclinés de 60 degrés l'un vers l'autre; ôtez la pinnule de l'échancrure *N*, & placez-la en *H*. Desserrez la vis *a* de l'agraffe; & tournez le pignon *t* jusqu'à ce que le bras qui porte les deux miroirs *A* & *B*, revienne dans la situation représentée par la *fig. 12*: & regardant par la pinnule *H*, rendez le miroir *B* parallèle au miroir *N* de l'alidade, par le moyen de la même coincidence de l'image avec son objet: arrêtez le tout dans cette situation par la vis de l'agraffe *a*; & l'ajustement sera parfait, tant pour l'observation de *derriere* que pour celle de *devant*.

259. Car on observera par *devant* sur le miroir *B* jusqu'au bout *R* du limbe: & les nombres qui sont gravés au-dessus de la ligne onnée montreront la valeur de ces angles. Mais pour observer par *derriere*, on mettra la pinnule avec la lunette dans l'échancrure près de *A*, & on emploiera ce miroir *A* pour observer, le dos étant tourné à un des objets. Les nombres qui sont gravés sur le limbe, au-dessous de la même ligne onnée, montreront la valeur des angles observés par *derriere*. On peut remarquer que le degré 180 des observations par *derriere*, tombe dans le degré 60 des observations par *devant*: & les angles de 120 degrés tombent précisément sur la même division dans l'une & dans l'autre observation.

260. Pour ce qui regarde les autres Sextants nouveaux dont on a

donné la théorie dans les n°. 34 & 36 ; c'est assez de lire avec un peu d'attention ce qu'on y dit sur leur construction , pour se mettre au fait de leur pratique : la différence étant si peu de chose , qu'elle ne peut aucunement embarrasser l'Observateur qui en veut faire usage.

*Observer la hauteur d'un Astre quelconque ; & prendre toutes sortes de distances angulaires par derriere.*

261. La pratique de cette observation par *derriere* , est assez différente de celle par *devant*. Le miroir horizontal *A* est celui dont on y fait usage : & en conséquence c'est par la pinnule *K* , *figure 10* , qu'on y observe la coincidence des deux objets dont on veut mesurer la distance angulaire. Ainsi il n'y a qu'à pratiquer les avis donnés au commencement de la *Section précédente* , n°. 166 , 168 , 170 , 173 & *suiv.* pour faire l'ajustement de cette observation , par quelque-une des méthodes qu'on vient de donner ; & pour prendre les angles qu'on souhaite , en y appliquant respectivement les mêmes instructions du n°. 184 , 240 & *suivants* , &c. Enfin si un des deux objets , ou si tous les deux ne sont point à une distance assez grande , on pratiquera les avis donnés dans la Note *H* , n°. 19 , & *suivants*. Voyez aussi la Note *m m* sur la méthode de l'ajustement de ces instrumens par une *Etoile* : & la Note *ll* sur la maniere d'observer les hauteurs des Astres sur Mer , lorsque l'horison se trouve couvert par quelque nuage.

*Corrections des Observations par derriere.*

262. L'usage des Marins lorsqu'ils observent la hauteur des astres par *derriere* , est de prendre les nombres qui servent pour les observations par *devant* ; quoique l'angle qu'on a réellement pris avec l'instrument , ne soit que son supplément. Ainsi pour éviter toute sorte d'équivoque , je nommerai *Angles de hauteur* , les premiers ; c'est-dire ceux qui sont marqués par l'alidade dans le rang des nombres qui servent pour les observations de *devant* , quoique l'observation soit faite par *derriere* : & *Angles de la distance Supplémentale* , les vrais angles observés par *derriere* , qui sont toujours le supplément de ceux marqués par le rang des divisions du limbe qui servent pour les observations de *devant*. Dans la suite je donnerai des exemples de chaque espece.

*Corrections des Angles de distance supplémentaire des Observations par derriere.*

263. *Premiere Correction.* L'erreur de l'alidade dans les observations par *derriere* , est *additive* lorsque la coincidence des objets opposés en ligne droite se fait dans l'arc constant du limbe avec l'index en deçà du *zero* du limbe ( qui fait alors 180°. ) c'est-à-dire entre le *zero* degré du limbe & la partie *R*. Au contraire elle est *soustractive* , lorsque cette coincidence se fait dans l'arc d'excès , entre le *zero* degré ( ou 180° ) du limbe & le bout *M*. Voyez la Note *h h*.

264. *Seconde Correction.* La dépression de l'horison devrait être *soustractive*, en calculant l'angle supplémental, comme on le verra par la note ff, n°. 2; mais on ne l'emploie que dans les observations de *hauteur*, dont on parlera dans le n°. 270.

265. *Troisième Correction.* Le demi-diametre de l'objet, (ou des deux objets, s'ils en ont) est *additive* lorsqu'on observe les bords les plus approchans des deux objets : au contraire elle sera *soustractive*, lorsqu'on observera les bords les plus éloignés des objets : voyez la note ff, n° 12 & 13.

266. *Quatrième Correction.* La réfraction : elle doit être déterminée par les hauteurs au-dessus de l'horison, ou par les distances au zénith ; ainsi elle appartient directement aux mesures de *hauteur*. Cependant il faut la corriger aussi bien que la *Parallaxe*, pour réduire les distances apparentes aux vraies distances, comme dans le n°. 318.

267. *Cinquième Correction.* La parallaxe : elle dépend aussi de la hauteur des Astres. On l'emploiera comme dans les n°s 318 & 319.

268. *Sixième Correction (accidentelle).* La déviation : elle est *soustractive*, comme dans le n°. 206. Voyez le n°. 17 de la Note ff.

269. *Septième Correction (accidentelle).* L'erreur du limbe est le contraire des observations par devant ; car elle sera *additive*, lorsque la liste indiquée dans le n°. 165 le marquera *soustractive*, &c. Il suffira de jeter les yeux sur la fig. 35, pl. 3, pour s'en convaincre. Voyez aussi la Note hh.

*Corrections des Angles de hauteur, observés par derriere.*

270. *Première Correction.* L'erreur de l'alidade est *additive*, lorsque la coincidence des deux objets se trouve dans l'*arc d'excès* entre le zéro degré & le bout M du limbe : au contraire elle est *soustractive*, lorsque cette coincidence se trouve dans l'*arc constant* entre le zéro degré & le bout R du limbe ; c'est-à-dire, que cette correction est comme dans les observations par devant, & est dans le sens contraire des observations des angles supplémentaux par derriere. Voyez la Note hh.

2. *Correction.* La dépression de l'horison est *additive* : voyez la Note ff, n°. 3.

3. *Correction.* Le demi-diametre de l'Astre est *soustractive*, lorsqu'on observe le bord qui paroît être inférieur : & *additive*, lorsqu'on observe le bord qui paroît être supérieur. Voyez les n°s 9 & 11 de la Note ff.

4. *Correction.* La réfraction, est *soustractive*. Voyez le n°. 14 de la Note ff. Mais elle sera *additive*, si l'angle réellement observé est moindre de 90°. Voyez la Note cc.

5. *Correction.* La parallaxe, est *additive*. Voyez le n°. 15 de la Note ff. Mais elle sera *soustractive*, lorsque l'angle réellement observé sera moindre de 90°. Voyez la Note cc.

### 30 MANIERE DE FAIRE LES OBSERVATIONS

6. *Correction*. La déviation est *additive*. Voyez le n° 17 de la *Note ff*.

7. *Correction*. L'erreur du limbe. Cette correction doit être dans le sens contraire de ce qu'elle étoit dans les observations de *distance*. Voyez la *Note hh*; c'est-à-dire, on doit *retrancher* ou *ajouter* dans les observations dont il s'agit, la même quantité marquée dans la liste du n°. 165. Voyez le n°. 18 de la *Note ff*.

#### Exemples des Observations par derriere.

271. *A. Exemple 1*. On a observé par *derriere*, le 8 Juin 1775 à midi, avec un Octant ordinaire, la hauteur du bord inférieur du Soleil sur l'horison, qui étoit  $87^{\circ} 54'$ , suivant l'instrument; c'est-à-dire, suivant que l'alidade le montrait dans le rang supérieur des divisions du limbe, qui servent pour les observations par *devant*, le vaisseau se trouvoit vers le degré 60 de longitude à l'Ouest de Paris. L'angle mesuré effectivement par l'instrument, est l'angle supplémental  $90^{\circ} 6'$ . Mais lorsqu'il s'agit des observations de hauteur, on les compte toujours au-dessus du point de l'horison le plus proche, ce qui est le véritable angle de hauteur; au lieu que l'angle observé n'est que son supplément. Ainsi on comptera le même angle indiqué par l'alidade.....  $87^{\circ} 54' 0''$

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. <i>Correction</i> , erreur de l'alidade (270) supposée <i>additive</i> .  | + 7 1              |
| 2. <i>Correction</i> , dépression de l'horison (270) <i>additive</i> , (trouvée par le n°. 220).....                 | + 4 30             |
| 3. <i>Correction</i> , demi-diametre (270) <i>soustraïtive</i> , par la Connoissance des Temps.....                  | 88 5 31<br>— 15 47 |
| 4. <i>Correction</i> , réfraction (270) <i>soustraïtive</i> ; elle est presque insensible, suivant la Table III..... | 87 49 44<br>— 2    |
| 5. <i>Correction</i> , parallaxe (270) n'a pas lieu.   | 87 49 42           |
| 6. <i>Correction</i> , déviation (270) <i>additive</i> , en la supposant de $30'$ , Table IV.....                    | + 15               |
| Si la <i>Correction</i> 7 n'a pas lieu, la vraie hauteur fera...   | 87 49 57           |

271. *B. Exemple 2*. On a observé par *derriere*, le 26 Octobre 1775, à 15 heures (c'est-à-dire, à 3 heures après la minuit suivante) la hauteur du bord inférieur de la Lune sur l'horison, le vaisseau se trouvant alors à 180 degrés de Longitude à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé sur le limbe.....  $39^{\circ} 28' 0''$

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. <i>Correction</i> (270) l'erreur de l'alidade, par supposition <i>additive</i> .....   | + 26 50             |
| 2. <i>Correction</i> (270) la dépression de l'horison <i>additive</i> .   | + 4 21              |
| 3. <i>Correction</i> , demi-diametre (170) <i>soustraïtive</i> . Par la Connoissance des Temps, le demi-diametre horisontal, suivant la distance & l'heure du vaisseau..... | 39 59 11<br>— 15 53 |
|   | 39 43 18            |

PAR DERRIERE.

81

De l'autre part

39° 43' 18"

Augmentation de ce demi-diametre (201) également soustraictive, par la Table VI.....

— 10  
39 43 8

4. Correction, réfraction (270) soustraictive, par la Table III.....

— 1 20

5. Correction, parallaxe (270) additive. On trouve la parallaxe horisontale pour l'heure de ce jour dans la Connoissance des Temps, 57' 43", qui étant réduite en parallaxe de hauteur, par la Table V.....

39 41 48

+ 45 0

6. Correction, déviation (270) additive;

40 26 48

En la supposant de 20', la Table IV donne.....

+ 3

7. Correction, erreur du limbe (270) par supposition additive.....

40 26 51

+ 1 9

Donc la hauteur vraie sera.....

40 28 0

271. C. Exemple 3. On a observé par derriere la hauteur de l'Etoile; Cœur de Lyon, ou Régulus, dans le 8 Août 1775 à huit heures du soir: & l'on a trouvé par le Sextant, dans le rang des chiffres pour les Observations de devant.....

120° 54' 0"

1. Correction, (270) erreur de l'alidade, par supp. soust.

— 3 20

2. Correction (270) dépression, additive: Je la suppose par la Table I.....

120 50 40

+ 3 50

3. Correction, le demi-diametre de l'Astre est nul.

4. Correction, la réfraction devrait être soustraictive par le n°. 270; mais, suivant le n°. 202, elle doit être additive dans le cas présent. Ainsi on prendra celle de 59°, supplément de cet angle, dans la Table III. Voyez le n°. 202, qu'on vient de citer.....

+ 39

5. Correction, la parallaxe est nulle.

120 55 9

6. Correction, la déviation additive: par supposition de 20', elle sera par la Table IV.....

+ 12

7. Correction, erreur du limbe: additive par supposition.....

120 55 21

+ 35

Donc la hauteur observée sera.....

120 55 56

Ou en nombres complets.....

120 56 0

Et la hauteur vraie sera le supplément.....

59° 4' 0"

\*

271. *D. Exemple 4.* On a observé par *derriere* la distance du bord le plus éloigné de la Lune à l'Etoile dans l'œil du Taureau, nommée *Aldebaran*, le 16 Mars 1775, à huit heures du soir, étant vers les  $60^{\circ}$  de longitude à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé l'alidade à  $69^{\circ} 21' 0''$ , dont l'angle supplémental observé est.....

$110^{\circ} 39' 0''$

1. *Correction*, l'erreur de l'alidade (263) par supposition additive.....

+ 2 15

2. *Correction*, la dépression (264) nulle.

3. *Correction*, les demi-diam. (265) *soustractive*. L'Etoile n'a aucun diametre. Celui de la Lune étoit  $30' 18''$  suivant la *Connoissance des Temps*: mais se trouvant 12 heures plus tard (car les  $60^{\circ}$  à l'Ouest valent 4 heures de temps) ce diametre étoit  $30' 25''$ , dont la moitié.....

$110^{\circ} 41' 15''$

- 15 12

- 12

Aug. de ce demi-diam. par la Tab. V, en supp. la haut. de  $55^{\circ}$

4 & 5 *Correction*, la réfraction & la parallaxe doivent être appliquées suivant la méthode du n<sup>o</sup>. 309 & suiv.

$110^{\circ} 25' 51''$

6. *Correction*, la déviation (168) *soustractive*, en la supposant de  $30'$  dans l'instrument; elle fera par la Table IV.....

- 22

7. *Correction*, l'erreur du limbe (269) par supposition

$110^{\circ} 25' 29''$

additive.....

+ 31

Donc la distance ainsi corrigée fera.....

$110^{\circ} 26' 0''$

171. *E. Exemple 5.* On a observé par *derriere*, avec un Sextant, la hauteur du bord supérieur de la Lune dans la nuit du 11 Décembre 1775, à 16 heures, ce qui correspond à 4 heures du matin suivant, le vaisseau se trouvant à  $180^{\circ}$  degrés à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé par l'alidade, sur le rang des chiffres qui servent pour les observations de *devant*, l'angle suivant.....

$120^{\circ} 56' 0''$

1. *Correction*, l'erreur de l'alidade (270) que je suppose additive.....

+ 1 54

2. *Correction*, la dépression (270) additive, trouvée par le n<sup>o</sup>. 220.....

+ 5 0

3. *Correction*, le demi-diametre (270) additive, étant le bord supérieur: par la *Connoissance des Temps*, le demi-diametre horizontal est, suivant l'heure du vaisseau... L'augmentation de ce diametre doit être prise pour le supplément de cette hauteur de la Lune dans la Table VI, savoir pour  $9^{\circ}$ , suivant le n<sup>o</sup>. 201.....

+ 14 51

+ 12

$121^{\circ} 17' 57''$

# PAR D E R R I E R E.

83

De l'autre part

121° 17' 37"

4. *Corrèction*, la réfraction (270) devoit être *soustraëive* : mais, selon le n°. 101, elle sera *additive*, parce qu'on prendra celle de son supplément 59° : par la Table III. . .

+ 39

5. *Corrèction*, la parallaxe (270) devoit être *additive* : mais, selon le n°. 204, elle doit être *soustraëive*, étant celle de son supplément 59°. Par la *Connoissance des Tems*, cette *parallaxe horisontale* est 54' 34" qu'on doit réduire en *parallaxe de hauteur* par la Table V. . . . .

121 18 36

- 29 0

6. *Corrèction*, la déviation (270) *additive*, par la Table IV, en la supposant de 20' . . . . .

120 49 36

+ 12

Si la *Corrèction* 7 est nulle : la hauteur corrigée étoit. . .

120 49 48

qui étant retranchée de. . . . .

180 0 0

montrera que la vraie hauteur étoit. . . . .

39 10 12

Réduire les Hauteurs en Distances au Zénith ; & quelles sont leurs Dénominations ?

272. Si l'Astre est entre le zénith & le Nord, on appelle cette distance *Distance du Nord* ou *Boréale* : au contraire lorsque l'Astre est entre le zénith & le Sud, on appelle cette distance *Distance du Sud* ou *Australe*. On peut donc reconnoître la Dénomination qui lui convient, en se tournant vers l'Astre. Si par son mouvement journalier, il se meut de la droite à la gauche, sa Distance au zénith est *Boreale* ou du *Nord* : au contraire s'il se meut de la gauche à la droite, alors sa Distance au zénith est *Australe* ou du *Sud*. Il faut observer, que pour les Etoiles de perpétuelle apparition, comme elles passent deux fois au Méridien, la règle qu'on vient de donner est tout le contraire, lorsqu'elles décrivent la partie inférieure de leur parallèle.

273. Pour avoir la *Distance au zénith*, d'après l'observation de hauteur, il n'y a qu'à la retrancher (après qu'on l'a corrigée) de 90 degrés ; & le reste sera la vraie Distance au zénith. Voici les *Hauteurs* des exemples qu'on a donnés, réduites en *Distances* au zénith.

Exemples du n°. 237.

Exemples du n°. 271.

| Haut. corrigées. |     |     | Dist. au Zénith. |     |        |
|------------------|-----|-----|------------------|-----|--------|
| A                | 39° | 24' | 0"               | 50° | 36' 0" |
| B                | 47  | 44  | 0                | 42  | 16 0   |
| C                | 29  | 58  | 0                | 60  | 2 0    |
| E                | 84  | 3   | 0                | 5   | 57 0   |

| Haut. corrigées. |     |     | Dist. au Zénith. |    |        |
|------------------|-----|-----|------------------|----|--------|
| A                | 87° | 49' | 57"              | 2° | 10' 3" |
| B                | 40  | 28  | 0                | 49 | 32 0   |
| C                | 59  | 4   | 0                | 30 | 56 0   |
| E                | 59  | 10  | 12               | 30 | 49 48  |

*De la Déclinaison des Astres, & sa Dénomination.*

274. La Déclinaison d'un Astre quelconque est la distance qu'il y a entre cet Astre & l'Equateur dans un tems donné : on la compte dans l'arc du Méridien qui passe par le même Astre. Elle devient plus ou moins variable, à proportion du mouvement qui est propre à l'Astre dans le sens de l'Ecliptique, & à raison des autres causes, dont la combinaison fait changer cette distance à l'Equateur.

275. On appelle *Déclinaison du Nord*, ou *Boreale*, celle d'un Astre qui se trouve entre le Pole du Nord & l'Equinoxiale : & *Déclinaison du Sud* ou *Australe*, celle d'un Astre qui se trouve entre l'Equinoxiale & le Pole du Sud.

*De la Déclinaison des Etoiles.*

276. La Déclinaison des Etoiles est la plus constante, ou pour mieux dire, la moins variable de celle des autres Astres, à cause de la lenteur de leurs mouvements de *precession* suivant l'Ecliptique, qui ne va pas à une minute par année. La Table VII contient la Déclinaison des Etoiles de première & seconde grandeur, calculée pour l'année 1767, avec la variation annuelle de chacune, par le moyen de laquelle on aura aisément la vraie Déclinaison de chacune de ces Etoiles pour tous les ans. Cette Table est tirée de celles qu'on publia à Londres, en 1766, par ordre des Commissaires de la Longitude.

*De la Déclinaison du Soleil.*

277. La Déclinaison du Soleil, qui parcourt environ un degré par jour dans l'Ecliptique, est beaucoup plus variable que celle des Etoiles; elle n'est pas la même au bout de l'année, ni même au bout de la bissextile : c'est par cette raison qu'on publie la Déclinaison du Soleil pour chaque jour de l'année dans la *Connoissance des Tems*, & autres *Ephémérides Astronomiques*. Les Marins ne devroient jamais manquer de s'en pourvoir. Il est fâcheux que ces Ouvrages ne soient pas imprimés trois ou quatre années avant le tems des Phases & Phénomènes qu'ils annoncent. Chaque Marin pourroit alors s'en précautionner aisément avant d'entreprendre des voyages longs; & ne se trouveroit pas dans les embarras qu'il éprouve quelquefois par le manque de ces Ephémérides.

278. On peut voir dans l'excellent Traité de Navigation de M. Bézout, la Méthode la plus concise & la plus aisée pour calculer, à l'aide d'un petit nombre de Tables, la Longitude, l'Ascension droite, & la Déclinaison du Soleil pour un tems & un lieu proposés quelconques. Je voudrois bien insérer cet article important dans ce Traité; mais je crains de le rendre trop long : & d'ailleurs je pense qu'il n'y aura aucun Marin prudent, qui s'hasarde à manquer des secours dont il peut jouir sur Mer par l'usage du Traité de ce savant Académicien.

279. On a fait néanmoins une suite de Tables qui donnent la Déclinaison du Soleil pour l'année bissextile & pour les 3 années suivantes. Mais lorsqu'il y a plusieurs périodes de passées depuis celle pour laquelle ces Tables sont calculées, il y a une différence sensible dans les vraies Déclinaisons : car la Longitude moyenne du Soleil a une augmentation d'environ une *minute* & 50 *secondes* dans l'espace de quatre ans, ce qui change les Déclinaisons.

280. Dans le nombre de Tables qui sont entre les mains du Public, les Tables VIII, IX, X & XI sont celles qui me paroissent donner les Déclinaisons les plus approchantes de la période présente. Je les ai tirées de l'excellent *Traité de la Navigation* de M. Robertson, Bibliothécaire actuel de la Société Royale de Londres; intitulé : *The Elements of Navigation*, imprimé in-8°. à Londres en 1772. On peut le considérer comme un des Ouvrages les plus complets qui existent pour les Marins. Il comprend tout ce qu'il y a de plus essentiel dans la Théorie & dans la Pratique de la Navigation avec un détail & une netteté d'idées, qui le mettent à la portée même des Navigateurs les plus nouveaux dans leur profession. Ce seroit un grand service pour le Public, que de le traduire dans une langue plus commune que l'Angloise ne l'est pour la plupart des Européens.

*De la Déclinaison de la Lune.*

281. Pour ce qui regarde les Déclinaisons de la Lune, elles sont si variables, & dependent d'un si grand nombre d'éléments, qu'il n'est pas possible d'en tirer parti sans beaucoup d'analogies & de calculs, qui rebuteroient le simple Navigateur. Ainsi il faudra avoir toujours recours aux Ephémérides pour chaque année, lorsqu'on voudra employer les observations de cet Astre.

R E G L E S

*Pour conclure la Latitude d'un Astre par sa distance au Zénith.*

282. Il faut se ressouvenir qu'on appelle les *distances* (272) & les *déclinaisons* (275) de la même *Dénomination*, lorsqu'elles sont toutes les deux du côté du Nord, ou de côté du Sud : & qu'on les appelle de *différente Dénomination*, lorsque l'une est du côté du Nord, & l'autre du côté du Sud.

R E G L E I.

283. Si la *Distance* de l'Astre au zénith & sa *Déclinaison*, sont de la même *Dénomination*; leur *différence* sera la *Latitude* de l'endroit de l'observation, pourvu que l'Astre ne soit pas au-dessous du Pole.

## Exception.

284. Mais si l'Astre est *au-dessous du Pole*, en ajoutant la *Déclinaison* & la *Distance* au zénith, le supplément de leur *somme* sera la *Latitude* de l'endroit de l'observation.

## R E G L E II.

285. Si la *Distance* de l'Astre au zénith & sa *Déclinaison* sont de *différente* Dénomination ; leur *somme* sera la *Latitude* de l'endroit de l'observation.

286. Lorsque la variation de la *Déclinaison* du *Soleil* ou de la *Lune* d'un jour à l'autre, est un peu considérable, on doit bien prendre garde à la différence entre le *tems* de l'observation & celui de l'endroit pour lequel les *Ephémérides* ont été calculées ; car les *Tables*, par exemple de la *Connoissance des Tems*, sont calculées pour le Méridien de Paris, au Midi de chaque jour. Ainsi il faut compter à raison de  $15^{\circ}$  par heure, suivant la *Longitude* de l'endroit de l'observation : & cette différence doit être en *plus* lorsque la longitude est vers l'Ouest de Paris, & en *moins* lorsqu'on est à l'Est de cette Ville. Ainsi si la déclinaison va en augmentant, & qu'on se trouve vers l'Ouest de Paris, la différence de *Déclinaison* sera *additive* : mais si l'on se trouve à l'Est de Paris, cette différence sera *soustractive*. Au contraire lorsque la *Déclinaison* diminue d'un jour à l'autre, la différence en *Déclinaison* sera *additive*, si la *Longitude* est à l'Est de Paris ; & *soustractive*, si la *Longitude* est à l'Ouest. On verra les exemples de ces différences dans l'article suivant.

## Application de ces Regles aux Exemples précédens.

287. La *Déclinaison* du *Soleil* dans l'exemple *A* du n°. 237 étoit Boréale : par la *Connoissance des Tems* elle étoit. . . . .  $16^{\circ} 26' 44''$  pour le Méridien de Paris. Mais, comme on étoit  $45$  degrés à l'Ouest de Paris, ce qui fait trois heures de temps ; il faut en retrancher la partie  $8^{\text{me}}$  de sa différence  $16' 56''$  à celle du jour suivant, car elle va en décroissant. Au contraire on devoit l'ajouter, si la *Déclinaison* alloit en augmentant. Ainsi, dans le cas présent on ôtera. . . . .

|  |    |            |
|--|----|------------|
| —  | 2  | 7          |
| Et la vraie déclinaison sera. . . . .  | 16 | 24 37      |
| Or la distance au Zénith étoit par le n°. 273. . . . .   | 50 | 36 0       |
| Donc si cette distance étoit de la même dénomination du Nord ; on aura par la <i>Regle I</i> (283) la <i>Latitude</i> égale à leur différence. . . . . | 34 | 0 11' 23'' |

288. Mais si la distance étoit de *différente* dénomination, alors leur *somme* sera par la *Regle II* (285) la vraie *Latitude* de l'endroit de l'Observation, savoir. . . . .  $67^{\circ} 0' 37''$

289. En faisant une application pareille des mêmes regles aux exemples ci-dessus, on trouvera les Latitudes suivantes, en supposant pour chaque Observation, que la *Distance au Zénith* soit premièrement du *Nord*: & en second lieu qu'elle soit du *Sud*.

Exemples du n°. 237.

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 16^{\circ} 24' 37'' \\ \text{Distance N,} \quad 50 \quad 36 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 34^{\circ} 11' 23'' \\ \text{A} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 16^{\circ} 24' 37'' \\ \text{Distance S,} \quad 50 \quad 36 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 67^{\circ} 0' 37'' \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison S,} \quad 17^{\circ} 3' 19'' \\ \text{Distance N,} \quad 42 \quad 16 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 59^{\circ} 19' 19'' \\ \text{B} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison S,} \quad 17^{\circ} 3' 19'' \\ \text{Distance S,} \quad 42 \quad 16 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 25^{\circ} 12' 41'' \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Decl. N, en 1767,} \quad 63^{\circ} 0' 0'' \\ \text{Var. en huit années,} \quad - \quad 2 \quad 32 \\ \hline \text{Decl. en 1775 N,} \quad 62 \quad 57 \quad 28 \\ \text{Dist. (sous le pôle) N,} \quad 60 \quad 2 \quad 0 \\ \hline \text{Leur (n°. 284) som.} \quad 122 \quad 59 \quad 28 \\ \text{Et son supp. pour} \quad 180 \quad 0 \quad 0'' \\ \hline \text{Est la latitude N,} \quad 57^{\circ} 0' 32'' \\ \text{C} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 18^{\circ} 8' 15'' \\ \text{Distance N,} \quad 5 \quad 57 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 12^{\circ} 11' 15'' \\ \text{E} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 18^{\circ} 8' 15'' \\ \text{Distance S,} \quad 5 \quad 57 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 24^{\circ} 5' 15'' \end{array}$$

Exemples du n°. 271.

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 22^{\circ} 52' 46'' \\ \text{Distance N,} \quad 2 \quad 10 \quad 3 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 20^{\circ} 42' 43'' \\ \text{A} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 22^{\circ} 52' 46'' \\ \text{Distance S,} \quad 2 \quad 10 \quad 3 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 25^{\circ} 2' 49'' \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison S,} \quad 17^{\circ} 31' 0'' \\ \text{Distance N,} \quad 49 \quad 32 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 67^{\circ} 3' 0'' \\ \text{B} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison S,} \quad 17^{\circ} 31' 0'' \\ \text{Distance S,} \quad 49 \quad 32 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 32^{\circ} 1' 0'' \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 13^{\circ} 5' 0'' \\ \text{Var. en huit années,} \quad - \quad 2 \quad 16 \\ \hline \text{Decl. en 1775 N,} \quad 13 \quad 2 \quad 44 \\ \text{Dist. au Zénith N,} \quad 30 \quad 56 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 17^{\circ} 53' 16'' \\ \text{Declinaison N,} \quad 13^{\circ} 2' 44'' \\ \text{Distance S,} \quad 30 \quad 56 \quad 0 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 43^{\circ} 58' 44'' \\ \text{C} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 14^{\circ} 17' 20'' \\ \text{Distance N,} \quad 30 \quad 49 \quad 48 \\ \hline \text{Latitude N,} \quad 16^{\circ} 32' 28'' \\ \text{E} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Declinaison N,} \quad 14^{\circ} 17' 20'' \\ \text{Distance S,} \quad 30 \quad 49 \quad 48 \\ \hline \text{Latitude S,} \quad 45^{\circ} 7' 8'' \end{array}$$

*Des instrumens & préparations nécessaires pour les Observations des distances des Astres, afin d'en déduire les Longitudes sur Mer.*

290. Il y a différentes méthodes pour trouver la Longitude sur mer : on peut les voir expliquées dans plusieurs livres , spécialement dans le *Traité de Navigation* de M. Bézout , n°. 264 & suivans ; & dans les premiers articles de la *Seçt. X du Livre 9 des Eléments de Navigation* par M. Robertson , en *Anglois*. Mais il n'est pas difficile de juger qu'entre toutes ces méthodes , celle des distances de la *Lune* au *Soleil* & aux *Etoiles* est la seule qui puisse fournir aux Marins des résultats moins douteux , & presque suffisants dans un grand nombre de cas. L'appareil nécessaire pour faire ces observations se réduit à fort peu de chose , lorsqu'on considère la grande importance de l'objet.

291. Premièrement il faut se pourvoir d'un bon Sextant , ou d'un Octant avec l'appareil pour observer par derrière : on en a expliqué les motifs en différents endroits de ce *Traité* , & particulièrement dans le n°. 220. On devroit avoir aussi le *soutien* décrit dans le n°. 178.

292. Il y a des occasions où l'Observateur est obligé de se tourmenter par des postures gênantes pour bien tenir l'instrument , comme il paroît à quiconque considère les différentes positions des Astres , dont il faut mesurer les distances. Un second *Sextant* ou *Octant* , fait en sens contraire de l'autre , c'est-à-dire , avec la lunette à la gauche & les miroirs horizontaux à la droite , peut remédier en grande partie à ces désavantages ; car il n'est pas possible de compter avec bien de la certitude sur des observations dont la pratique est gênante. Ainsi je ne puis que recommander cette emplette de plus aux Marins , qui peuvent supporter la dépense d'avoir ces deux instruments à la fois.

293. Le second objet dont il faut se pourvoir consiste dans une bonne montre , qui puisse mesurer le tems , du moins à une min. près dans l'espace de 6 heures. On n'exige point qu'elle soit parfaitement réglée sur le tems moyen. La circonstance requise est que sa marche soit assez régulière , pour qu'on puisse en connoître les écarts à une minute près dans cet intervalle. Elle deviendra bien plus avantageuse , si elle marque les secondes. Les observations du lever & du coucher des Astres , ou celles de leurs hauteurs sur l'horison , de leurs culminations , ou enfin de leurs hauteurs égales , serviront à rectifier la marche de cette montre , pour reconnoître l'heure & la minute des observations dont il s'agit : on en peut voir la méthode dans le n°. 249 & suivans du *Traité déjà cité de M. Bézout* , & en d'autres ouvrages. Voyez celle du n°. 322 ci-dessous.

294. Enfin , le troisieme & dernier objet nécessaire est de se pour-

voir des Ephémérides qui donnent les distances de la Lune au soleil & aux Etoiles principales, par des intervalles courts de 3 heures (& encore moindres s'il étoit possible d'en avoir) pour chaque jour de l'année, calculées pour quelque Méridien connu. La *Connoissance des Tems* en François, & le *Nautical Almanak* en Anglois, sont les seuls Ephémérides qu'on connoisse pour le présent dans l'Europe, qui fournissent de ces calculs déjà faits. Il est bien fâcheux qu'il n'y ait pas un plus grand nombre d'ouvrages de cette espece: & comme j'ai déjà dit, les Marins regrettent encore qu'ils ne soient point publiés assez de tems d'avance, c'est-à-dire 3 ou 4 ans avant les phénomènes qui y sont annoncés; ce qui leur donneroit la facilité de s'en pourvoir avant d'entreprendre de longs voyages.

295. Une suite des Tables des Logarithmes & Sinus logarithmiques est indispensable. Ceux qui ne voudront pas se charger des grandes Tables de Gardiner, in-4<sup>o</sup> de l'édition d'Avignon 1770, qui ne paroissent point inférieures à l'édition de Londres, doivent avoir pour le moins les petites Tables de l'édition de M. de la Caille, que M. l'Abbé Marie a fait réimprimer depuis peu. Mais on n'en devoit employer dans ces Calculs à moins de sept à huit chiffres. Il y a aussi de ces petites Tables dans les deux Traités ci-dessus de M. Bézout & de M. Robertson, outre une infinité de connoissances & d'articles très-importants qu'il ne faut pas perdre de vue. On peut dire que ce dernier Ouvrage est le plus complet qu'on ait vu pour tout ce qui regarde la pratique de la Navigation, même en y comprenant les premiers rudiments. Mais l'Ouvrage de M. Bézout a le mérite d'être composé dans une langue presque généralement connue dans l'Europe; on y trouve de la clarté, de la précision, de l'ordre & des idées si lumineuses, qu'on n'a presque pas besoin pour l'entendre, des premiers principes & connoissances qu'on y suppose.

296. On a imprimé depuis peu en Angleterre les grandes Tables pour la correction des effets de la réfraction & de la parallaxe, par ordre des Commissaires de la Longitude. C'est un vol. in-folio de 1200 pages; il épargne beaucoup de calculs qu'il n'est pas toujours aisé de faire sur Mer. M. de la Lande en a donné l'idée dans la *Connoissance des Tems* pour cette année 1775. On trouve aussi la méthode du calcul pour les Longitudes dans le *Traité de la Navigation* de M. Bouguer, édition de M. de la Caille; dans le 5 vol. des *Ephémérides*; dans les *Tables & Instructions* pour la détermination des Longitudes en Mer, imprimées par ordre de l'Académie Royale de Marine, à Brest en 1733; dans le Livre de M. de Charnières; dans l'*Astronomie* de M. de la Lande, & dans son *Exposition du Calcul Astronomique*; ouvrages cités dans la même *Connoissance des Temps*, ci-dessus.

297. L'ouvrage de M. Robertson, dont je viens de parler, donne

99 **MANIERE DE FAIRE LES OBSERVATIONS**

la méthode détaillée d'une manière très-intelligible, pour calculer la Longitude par ces observations. Il y ajoute des exemples avec la pratique du calcul; & il met à la portée de tout le monde les différentes opérations qu'on y doit employer. Mais on y suppose les Tables des distances de la Lune au Soleil & aux Etoiles calculées de trois en trois heures pour chaque jour de l'année; au lieu que la méthode de M. Bezout (n°. 268 du *Traité ci-dessus*) devient bien plus universelle; car il ne suppose que les Tables des *Ephémérides ordinaires*, qui donnent le *Lieu* de la Lune pour chaque 12 heures. J'ajouterai ci-après une Méthode fort courte & très-élégante de M. le Chevalier de Borda, Membre très-distingué de l'Académie Royale des Sciences, pour le calcul de ces observations. M. de la Lande en avoit déjà inséré une idée dans la *Connoissance des Temps* pour cette année 1775: celle que j'ajouterai ici sera un peu plus détaillée.

298. Avant de finir cet article, je dois faire mention d'un instrument ingénieux, qui a été inventé par M. l'Abbé de la Caille, pour faire la correction de la Parallaxe & de la Réfraction, par la règle & le compas, à peu-près comme dans les Quartiers de réduction, dont les Marins moins instruits font un constant usage. M. Ferguson, Maître de l'Académie Nautique dans l'*Hermitage*, quartier du *Wapping* à Londres, a entrepris de perfectionner cet instrument: j'en ai vu des essais qui m'ont paru fort satisfaisants. En communiquant cette méthode facile, je suis très-éloigné de favoriser la paresse des Marins, & de les empêcher de s'instruire des moyens les plus sûrs pour réussir dans leur profession; mais je crois cependant devoir venir au secours de ceux qui, n'ayant pas eu dans leur jeunesse les moyens d'acquérir des connoissances profondes dans leur Art, se trouvent obligés de le pratiquer pour vivre & soutenir leurs familles. Ainsi je recommande cette méthode à ceux qui ne peuvent pas en avoir d'autres plus sûres; & je souhaite qu'elle soit encouragée par ceux qui sont en état de le faire.

*Pratique des Observations pour la Longitude sur Mer.*

299. Les observations requises pour déterminer la *Longitude sur mer*, ne diffèrent point de celles qu'on a décrites dans les exemples marqués par *D*, dans les n°. 237 & 271 ci-dessus. Le meilleur tems pour observer des distances entre la Lune & le Soleil, est depuis une demi-heure après son lever jusqu'à dix-heures du matin: & depuis deux heures après midi jusqu'à environ une demi-heure avant que le Soleil se couche. Il y aura 4 jours avant le premier quartier de la Lune, & autant après le dernier, dans lesquels on aura occasion d'employer ces observations: ce qui fait environ un quart de la durée de chaque lunaison. Mais on peut observer celles de la Lune aux Etoiles beaucoup plus long-temps.

300. Mais le temps le plus propre pour prendre les distances entre la Lune & une Étoile, est celui des crépuscules, avant que le Soleil se lève, & après qu'il est couché; de même lorsque la Lune n'a pas plus de 20 degrés de hauteur: en général toutes les fois que l'horison est assez visible & distinct; car on peut observer alors les hauteurs respectives de la Lune & de l'Étoile observée. On doit en choisir, s'il est possible, quelqu'une qui soit dans le même parallèle, ou du moins fort près de celui que la Lune décrit alors dans sa course. Cette course est dans le sens de la ligne droite perpendiculaire à celle qui passeroit par les deux cornes ou pointes de la Lune dans les quadratures; ou dans le sens de celle qui traverseroit son plus petit diamètre, entre les quadratures & la pleine Lune. La distance de l'Étoile au méridien doit être pour le moins de deux heures. Mais plus elle sera près du premier vertical, plus l'observation sera avantageuse, pourvu que sa hauteur sur l'horison ne soit pas moins de 4 ou 5 degrés.

301. Lorsqu'on fait ces observations, soit en prenant les deux Astres par devant, ce qui est le plus aisé à faire lorsque les circonstances le permettent, soit en les observant par derrière, on doit se souvenir des directions respectives qu'on a données en parlant de chacune de ces observations. On aura soin de mettre l'alidade à l'angle à-peu-près qu'on veut observer: car on le connoît d'avance à peu de chose près par les Ephémérides; & on fera le reste comme il est dit dans les n°. 232, 166 & suivants.

Mais si l'angle est trop grand pour l'observer par devant, on l'observera par derrière en faisant l'ajustement des miroirs, comme on l'a dit dans le n°. 240 & suiv. S'il y a de la difficulté pour trouver l'image réfléchie derrière l'Observateur dans le miroir horizontal (vis-à-vis l'objet de vision directe) on visera à l'objet de vision directe, qu'on regardera dans le champ de ce miroir, & on tournera l'instrument sur l'axe qui va de l'œil à cet objet, jusqu'à ce que le plan de l'instrument passe par les deux objets, & que l'image réfléchie entre dans le champ du miroir A. Cependant il y a d'autres Observateurs qui cherchent en premier lieu l'image réfléchie, & dans la suite tournent doucement l'instrument jusqu'à l'amener à l'objet de vision directe. Leur raison semble plausible: car il ne paroît pas bien difficile de tourner l'instrument à l'objet qu'on voit devant soi, après qu'on a remis dans le miroir l'image de l'objet le plus difficile, qui est celui de derrière. La pratique dans cette affaire comme dans toute autre, l'emportera toujours sur les meilleurs avis qu'on peut donner.

302. En observant la distance entre le Soleil & la Lune, on prendra

M

cette dernière par vision directe. Si c'est entre une Etoile & la Lune, c'est alors l'Etoile qu'on doit prendre par vision directe. En tout cas on comparera toujours le limbe de la Lune qui est illuminé & bien défini, avec l'autre objet. Dans la quadrature, entre la nouvelle Lune & la pleine Lune, c'est le limbe du côté du couchant qui est éclairé : & entre la pleine Lune & la nouvelle, le côté éclairé se trouve du côté de l'Orient. Si le plan de l'instrument, où sont les miroirs & l'alidade, est tourné en haut, l'objet réfléchi est à la droite de l'Observateur, au contraire si l'on met l'instrument avec cette face tournée en bas, on verra l'objet par réflexion à la gauche. Ainsi dans l'Hémisphère du Nord on observe par *devant* avec la face de l'instrument tourné en haut toutes les fois que l'objet de vision directe se trouve vers l'Orient, ou à la gauche de l'Observateur : au contraire on tient l'instrument avec la face tournée en bas lorsque l'objet de vision directe est à la droite. C'est tout le contraire lorsqu'on observe par *derrière*, ou qu'on est dans l'Hémisphère méridional. Mais si l'on a le second instrument dont j'ai parlé dans le n°. 292, on s'épargnera la peine de mettre l'instrument sens-dessous-dessus.

303. Il est fort important, je le répète, que l'Observateur tâche d'acquiescer une grande habitude dans l'usage de cet instrument, & se le rendre très-familier pour le manier adroitement dans tous les sens, & faire ses observations avec toute expédition & certitude possible.

304. Lorsqu'on prend la distance entre la Lune & une Etoile, on choisit, s'il est possible, quelqu'une des Zodiacales, ou une autre qui en soit peu éloignée, comme je l'ai dit ci-dessus ; mais il faut que ni le Soleil, ni l'Etoile ne soient pas trop près de la Lune. Car si elle n'en est pas plus éloignée que de 7 à 8 degrés, des erreurs assez petites dans l'observation, produiront des écarts fort considérables dans les résultats. Plus les deux Astres seront éloignés du méridien, plus l'observation sera avantageuse ; pourvu qu'aucun d'eux ne soit pas plus près de l'horizon que 5 ou tout au plus 4 degrés ; car plus les hauteurs seront petites, plus la variabilité des réfractions rendra douteuses les observations.

305. On commence par prendre la hauteur du Soleil sur l'horizon, lorsqu'on peut faire cette observation de la distance à la Lune. Autrement on observera la hauteur de quelque Etoile brillante dont la *déclinaison* soit connue. On reconnoîtra par cette observation la marche de la montre, ou le rapport du temps qu'elle marque, avec celui du tems vrai.

306. On observera dans la suite la distance entre les deux Astres, c'est

à-dire entre le bord du Soleil, ou entre l'Etoile, & le bord éclairé de la Lune, le plus exactement qu'il sera possible. Deux autres Observateurs mesureront dans le même tems, & s'il est possible dans le même instant, la hauteur de chacun des deux objets sur l'horison (Voyez le n°. 220 ci-dessus) : en remarquant la *minute* & la *seconde* de la montre immédiatement, même avant de lire la mesure marquée dans le limbe de l'instrument.

307. Mais si l'on ne peut pas faire observer ces hauteurs au même moment par d'autres Observateurs, tandis qu'on mesure la distance des deux astres; on commencera par observer la hauteur de l'étoile (305). A cette observation on fera succéder le plus immédiatement qu'il sera possible, celle de la distance de la Lune à l'Etoile; & à celle-ci, celle de la hauteur du point éclairé qu'on a observé dans la Lune; marquant, sans le moindre délai, la *minute* & la *seconde* après chacune de ces observations.

308. Il sera fort à propos de répéter, du moins trois fois, ces observations, en observant 3 *distances* des deux astres, & 6 *hauteurs*; pour que dans la suite on ait l'avantage de prendre la moyenne de ces observations. Mais il faut que l'Observateur n'emploie pas plus de 20 *minutes* à les faire. Ayant marqué soigneusement à la montre l'heure, la *minute*, & la *seconde*, de chaque observation, on pourra dans la suite la réduire au tems correspondant, que la montre devoit donner: car on suppose, comme on l'a dit ci-dessus, qu'on connoît le rapport de sa marche, avec celui de ses écarts relativement au tems moyen. Ces mesures étant prises, on procédera à calculer.

On prend plus commodément les distances de la Lune au Soleil, lorsque ces deux Astres se trouvent sur l'horison, que celles de la Lune à une Etoile. On fait précéder, de même que pour l'étoile, la hauteur du Soleil à celle des distances, comme il est déjà dit dans le n°. 307: & on fait le reste comme ci-dessus.

Après avoir fini ces observations, il faut réduire aux vraies distances les distances apparentes qu'on a observées, afin de reconnoître l'heure & la minute qu'il étoit au méridien pour lequel les Ephémérides avoient été calculées, dans le moment qu'on a fait l'observation, moment qu'on connoît à bord du vaisseau par la marche de la montre; & alors par la différence entre ces deux temps, on vient à connoître la vraie Longitude à laquelle se trouve actuellement le vaisseau. On trouve la théorie & la pratique de cette Méthode dans le *Traité de Navigation* de M. Bezout, n°. 274 & suiv.

» Au reste (dit M. Bézout) nonobstant toutes ces attentions, ce-

n'est pas d'une seule observation de distance, que l'on doit attendre une conclusion suffisante sur la différence des méridiens. Il faut multiplier ces observations autant qu'on le pourra, & prendre un milieu entre les résultats de chacune ».

*Exemple du Calcul d'une longitude à la Mer, déterminée par les distances de la Lune au Soleil.*

309. Il y a différentes manières de faire ces observations : celle qui emploie trois Observateurs, étant la plus simple & la plus commode pour le calcul, nous la supposons dans cet exemple. On pourroit employer dans ce calcul les petites Tables des Logarithmes de M. l'Abbé de la Caille, in-8°. dont M. l'Abbé Marie a fait une nouvelle édition en 1768, comme celles qui sont à la portée de tous les Navigateurs, à cause de la petitesse de leur volume, & de la modicité de leur prix de 6 livres : cependant les grandes Tables de Gardiner, de la nouvelle édition du P. Pezenas en 1770, qui sont à sept chiffres, donnent des résultats plus exacts : ce sera donc ces dernières qu'on va employer dans ce calcul.

310. La méthode que je vais employer sera divisée en six articles dont les trois premiers sont les opérations communes à plusieurs observations de ce genre. Les trois autres contiennent la méthode de M. le Chevalier de Borda que j'ai promise en différents endroits de ce Traité. Voici les 6 articles dont je viens de parler.

I. Disposition des observations pour en conclure les moyennes de la distance, & des hauteurs observées des deux Astres.

II. Conclure la distance apparente du centre des astres observés.

III. Conclure les hauteurs apparentes, & les hauteurs vraies du centre des deux astres.

IV. Conclure la distance vraie du centre des deux Astres observés.

V. Conclure l'heure, qu'il étoit à Paris dans le moment de l'observation.

VI. Enfin conclure l'heure du vaisseau par la hauteur d'un des deux Astres qu'on a observé, dont la différence avec l'heure à Paris, réduite en degrés, sera la Longitude cherchée.

I. Conclure la distance & les hauteurs moyennes observées.

311. Le 19 Mai 1774, à 2 heures  $\frac{1}{4}$  après midi, étant par une Latitude de  $29^{\circ} 37'$  du Nord, & par une Longitude estimée de  $52^{\circ}$ , à

# DE LA LONGITUDE.

95

l'Ouest de Paris ; trois Observateurs ont fait les cinq observations correspondantes qui suivent , dans lesquelles on a supposé des *secondes* , comme dans le n°. 216. On a fait ces observations par *devant*.

|          |   |                     |       |                   |       |            |
|----------|---|---------------------|-------|-------------------|-------|------------|
| Dist.    | { | 101° 13' 0"         | {     | 56° 54' 0"        | {     | 17° 8' 30" |
|          |   | 101 14 15 haut. du  |       | 56 27 20 haut. du |       | 17 36 30   |
|          |   | 101 15 40" bord in- |       | 56 2 20 bord su-  |       | 18 1 30    |
|          |   | 101 16 15 fér. ☉.   |       | 55 34 0 pér. ☾.   |       | 18 31 0    |
| Obs. ☉☾. | { | 101 17 30           | {     | 55 7 20           | {     | 18 57 30   |
| Somme.   |   | 506 16 40           | Somm. | 280 5 0           | Somm. | 90 15 0    |

Chaque somme divisée par 5 , donne les observations moyennes suivantes.

|                       |         |              |
|-----------------------|---------|--------------|
| Distance moyenne..... | ☉☾..... | 101° 15' 20" |
| Hauteur moyenne.....  | ☉.....  | 56 1 0       |
| Hauteur moyenne.....  | ☾.....  | 18 3 0       |

312. On suppose que ces observations sont corrigées des *erreurs* des instruments , de celles de la *déviatiou* , & de la quantité de la *dépression* de l'horison comme on l'a vu dans les exemples des n°s 237 & 271 *ci-dessus*. On avertit néanmoins , qu'il est indifférent , que les intervalles entre ces observations soient égaux ou inégaux , pourvu qu'ils ne soient pas trop considérables ; parce que les variations de la distance & celles des hauteurs peuvent toujours être regardées comme proportionnelles aux tems.

## II. Conclure la Distance apparente du centre des Astres observés.

313. Ayant déjà pris les distances & hauteurs moyennes , on prendra dans la *Connoissance des Tems* , la *parallaxe horif.* de la Lune , son demi-diametre , & celui du Soleil pour le tems de l'observation. Par la supposition il étoit 2 heures 15' environ lorsqu'on a observé. Or le vaisseau étoit par estime à 52° à l'Ouest de Paris , donc il étoit à peu près 5 heures 45' à Paris lors de l'observation. On cherchera donc la parallaxe & le demi-diametre de la Lune & du Soleil , pour le 19 Mai 1774 , à 5 heures 45' & l'on trouvera.

|                              |        |       |
|------------------------------|--------|-------|
| Parallaxe horizontale.....   | ☾..... | 56 40 |
| Demi-diametre horifontal.... | ☾..... | 15 28 |
| Demi-diametre.....           | ☉..... | 15 50 |

314. Pour trouver la distance apparente du centre des deux Astres , on ajoutera à la distance observée , leurs demi-diametres ( car on suppose

en avoir observé l'attouchement des bords les plus voisins, n°. 254), ainsi que la correction du demi diamètre de la Lune qui paroît plus grand à mesure, que cet astre s'élève sur l'horison (201).

|   |         |              |
|---|---------|--------------|
| Distance observée.....                        | ⊙☾..... | 101° 15' 20" |
| Demi-diametre.....                            | ⊙.....  | 15 50        |
| Demi-diametre.....                            | ☾.....  | 15 28        |
| Augment. de ce demi diamètre, (Table VI)..... |         | 5            |
| ☞ (a) Donc la distance appar. de..            | ⊙☾..... | 101° 46' 43" |

### III. Conclure les Hauteurs apparentes & les Hauteurs vraies des deux Astres.

315. Pour trouver la hauteur apparente du centre de la Lune, on retranchera de la hauteur observée du bord supérieur de la Lune le demi-diametre de cet Astre : & pour avoir sa hauteur vraie, on retranchera d'abord de la hauteur apparente la réfraction qui convient à cette hauteur; ensuite on ajoutera la parallaxe de hauteur, qu'on a, comme l'on fait, en multipliant le sinus de la parallaxe horisontale par le cosinus de la hauteur de l'astre : la somme de ces deux Logarithmes sera le sinus de la parallaxe de hauteur.

|   |           |
|---|-----------|
| La hauteur observée du bord supérieur de la ☾.... | 18° 3' 0" |
| Demi-Diametre de la..... ☾.....                   | — 15 28   |
| Augmentation de ce demi-diametre.....             | — 5       |
| ☞ (b) Donc la hauteur apparente du centre. ☾..... | 17 47 27  |

316. Pour avoir la réfraction on devoit employer la méthode du n°. 223, dont on peut voir la pratique dans la note jj. Mais j'employerai ici celle de la Table III, suivant le detail qu'on verra dans le n°. 4 de la même Note jj.

|   |        |             |
|---|--------|-------------|
| Or la hauteur apparente du centre de.....                   | ☾..... | 17° 47' 27" |
| La réfraction par la Table III.....                         | —      | 2 39        |
| 9.9788255. log. cosin. de cette haut. app.....              |        | 17 44 48    |
| 8.2170341. log. sin. de la paral. horif. ci-dessus...       |        | 56' 40"     |
| 8.1958596. cette somme donne le sin. de la paral. de haut.. | +      | 53 58       |
| ☞ (c) Donc la vraie hauteur du centre de la.....            | ☾..... | 18° 38' 46" |

DE LA LONGITUDE. 97

|   |             |
|---|-------------|
| 317. De même la haut. du bord inf. observé du ☉ . . . . .   | 56° 1' 0"   |
| Demi-diamètre du . . . . . ☉ . . . . .                      | + 15 50     |
| ☞ (d) Donc la hauteur apparente du centre du ☉ . . . . .    | 56 16 50    |
| La réfraction comme ci-dessus . . . . .                     | — 39        |
| 9.7445152. log. cosin. de cette hauteur apparente . . . . . | 56° 16' 11" |
| 5.6398174. log. sin. de la paral. horis. 9" de ☉            |             |
| 5.3843526. cette som. donne le sin. de la paral. de h. du ☉ | + 5         |
| ☞ (e) Donc la vraie hauteur du centre du . . . . . : ☉      | 56 16 16    |

IV. Conclure la vraie distance du centre des deux Astres.

318. Règle. On écrira les articles suivants qu'on vient de trouver, les uns au-dessous des autres, savoir :

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| La distance apparente entre . . . . . ☉ ☉ . . . . .        | a                                   |
| La hauteur apparente de la . . . . . ☉ . . . . .           | b                                   |
| La hauteur apparente du . . . . . ☉ . . . . .              | d                                   |
| Leur somme . . . . .                                       | a + b + d . . . . . = f             |
| Leur demi-somme . . . . .                                  | $\frac{a + b + d}{2}$ . . . . . = g |
| La différ. de la dist. app. (a) à la demi-somme. (g) . . . | a - g . . . . . = h                 |
| La hauteur vraie de . . . . . ☉ . . . . .                  | c                                   |
| La hauteur vraie de . . . . . ☉ . . . . .                  | e                                   |
| Leur somme . . . . .                                       | c + e . . . . . = k                 |
| Leur demi-somme . . . . .                                  | $\frac{c + e}{2}$ . . . . . = l     |

On ajoutera alors ces 6 quantités, savoir . . . . .

|   |                                   |                                    |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| { | les 2 complèm. arithm.            | { du logar. cosinus de . . . . . b |
|   |                                   | { du logar. cosinus de . . . . . d |
| { | les quatre log. cosinus . . . . . | de . . . . . g                     |
|   |                                   | de . . . . . h                     |
|   |                                   | de . . . . . c                     |
|   |                                   | de . . . . . e                     |

319. On prendra la moitié (n) de la somme v de ces six logarithmes (b d g h c e), dont on retranchera le logar. cosinus (p) de la demi-somme (l) des hauteurs vraies (c & e) : & on cherchera dans les Tables l'angle (r) dont ce reste est le sinus. Enfin on prendra le cosinus (x) de l'angle (r), qu'on ajoutera au cosinus (p) de la demi-somme (l) des

hauteurs vraies : & on aura le *logar. sinus* de la moitié ( $x$ ) de la vraie distance, que l'on cherche. En voici le calcul.

Dist. app.  $\odot \odot$  (a) ...  $101^{\circ} 46' 43''$

haut. app.  $\odot$  (b) ...  $17\ 47\ 27$  ..comp. arith. du cos. de (b)  $0.0212817$

haut. app.  $\odot$  (d) ...  $56\ 16\ 50$  ..compl. arith. du cos. de (d)  $0.2556079$

Somme (f) ...  $175\ 51\ 0$

demi-somme ( $\frac{f}{2} = g$ )  $87\ 55\ 30$  ..... cosin. de (g)  $8.5588005$

Différence. ( $a - g = h$ ) ...  $13\ 51\ 13$  ..... cosin. de (h)  $9.9871793$

haut. vraie de  $\odot$  (c) ...  $18\ 38\ 46$  ..... cosin. de (c)  $9.9765844$

haut. vraie de  $\odot$  (e) ...  $56\ 16\ 16$  ..... cosin. de (e)  $9.7444924$

Somme ..... ( $c + e$ ) ...  $74\ 55\ 2$  Som. de ces 6 log. (u)  $38.5439533$

Demi-somme ( $\frac{u}{2} = n$ )  $19.2719767$

Dem. som. ( $\frac{e+c}{2} = l$ )  $37\ 27\ 31$  cosin. de ( $l = p$ )  $9.8997072$

Différence ( $n - p = \sinus r$ ) .....  $9.3722695$

Par les Tables, le sin.  $r$  }  $13^{\circ} 37' 48''$  dont cosin. (z)  $9.9875937$   
est celui de l'angle .... } joint au cosin. (p)  $9.8997072$

Leur somme sera .... ( $z + p = \sin. x$ )  $9.8873009$

Par les Tabl. le sin. }  $50^{\circ} 29' 0''$   
 $x$  est celui de l'angle. }

Dont le double ...  $100^{\circ} 58' 0''$  est la vraie distance entre  $\odot$  &  $\odot$ .

#### V. Conclure l'heure du Méridien des Ephémérides.

320. Ayant la distance vraie, on cherchera dans les Tables de la Connoissance des Temps, qui donnent les distances de la Lune à differens Astres de 3 en 3 heures, deux distances de la Lune au Soleil le 19 Mai, dont l'une soit plus grande & l'autre plus petite que celle que l'on vient de trouver. On écrira d'abord la distance trouvée; au-dessous de celle-là la distance qui précède; & après cela la distance suivante. On prendra la différence de la prem. à la sec. & celle de la sec. à la troi. ; enfin on fera cette analogie. La seconde différence est à la première, comme 3 heures est à un quatrième terme  $x$ , qui exprimera un nombre d'heures, de minutes & secondes, & qu'on ajoutera à l'heure de la distance précédente. Alors on aura l'heure qu'il est à Paris, à l'instant de l'observation.

Dist. corr. ou vraie de  $\odot \odot$  .....  $100^{\circ} 58' 0''$

par les éph. } distance préc. à  $3^h\ 9'\ 16''$  ..  $99\ 43\ 20$ . diff.  $1^h.14'40'' = a$   
                  } distance suiv. à  $6^h\ 9'\ 16''$  ..  $101\ 12\ 8$ . diff.  $1.28\ 48 = b$

Pour

321. Pour trouver le *quatrième* terme de cette analogie, on pourra se servir des petites Tables de M. l'Abbé de la Caille, comme il suit.

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Logar.... de $3^h\ 0'\ 0''$ ...       | 4.033424                              |
| Logar.... de $1\ 14\ 40$ ...          | 3.651278                              |
| Compl. arithm..... de $1\ 28\ 48$ ... | 6.273436                              |
| Somme.....                            | 3.958138 = logar. de $2^h\ 31'\ 21''$ |
| L'heure précédente étoit.....         | $3\ 9\ 16$                            |
| Donc l'heure de Paris sera.....       | $5^h\ 40'\ 37''$                      |

# VI. Calcul de l'heure du Vaisseau; & Connoissance de la Longitude.

322. On cherchera d'abord dans la *Connoissance des Temps*, la déclinaison du Soleil le 19 Mai à 5 heures  $40'\ 37''$ : & on en conclura la distance polaire. Cela posé, on écrira les unes au dessous des autres.

1°. La hauteur vraie du centre du soleil.

2°. La latitude du lieu du vaisseau.

3°. La distance polaire du soleil.

On prendra la somme & la demi-somme de ces trois quantités: & la différence de cette *demi-somme* à la *hauteur du soleil*. Enfin on ajoutera les complémens arithmétiques du *logarithme cosinus* de la latitude, & du *logarithme sinus* de la distance polaire. Le *logarithme cosinus* de la demi-somme, & le *logarithme sinus* de la différence: on prendra la demi-somme de ces quatre quantités, qui sera le *logarithme sinus* du *demi-angle horaire*, qu'on cherchera dans les Tables. On multipliera ce *demi-angle* par 8; & regardant les degrés du produit comme des *minutes* de tems, les *minutes* comme les *secondes* de tems, on aura l'heure du vaisseau.

Voici le détail de ce Calcul.

|  |   |
|--|---|
| H. du ☉.                                     | $56^{\circ}16'16''$ (e)                                       |
| Décl. du ☉ { 19 Mai. $19^{\circ}50'26''$ (a) | Lat.... $29\ 37\ 0$ (f) c.cos. 0.0608047                      |
| 1774 dans le { 20 Mai. $20\ 3\ 2$ (b)        | Dist. pol. $70\ 6\ 36$ (d) c.sin. 0.0267117                   |
| Différence (a-b).....                        | $12\ 36$  |
| Décl. pour $5^h\ 40'\ 37''$ ... $2\ 58$ (c)  | Somme. $155\ 59\ 52$ (g)                                      |
| Décl. cherchée. (a+c) $19\ 53\ 24$           | dem.-f. ( $\frac{g}{2}$ ) $77\ 59\ 56$ (h) cosin. $9.3179186$ |
| Distance polaire..... $70\ 6\ 36$ (d)        | Diff. (h-e) $21\ 43\ 40$ . sinus. $9.5634275$                 |
|  | Somme.... $18.9738625$  |
|  | Demi-somme (z)..... $9.4869312$                               |

En cherchant le *logar. sinus* de cette demi-somme ( $\frac{x}{2}$ )

on trouve le *demi-angle horaire* suivant.....

qui étant multiplié par.....

17° 52' 11"

x 8

Donne l'heure du vaisseau, regardant les minutes

comme des secondes, &c.....

L'heure de Paris étoit.....

2<sup>h</sup> 22' 57" 28"

5 40 37

Donc leur différence.....

3<sup>h</sup> 17 40

qui étant réduite en degrés, montre que la Longit.

du vaisseau étoit.....

49° 25 0

Notez, que quand on emploiera dans ces Calculs les petites Tables de M. l'Abbé de la Caille, dont j'ai parlé ci-dessus dans le n°. 309, il faudra faire usage des *six décimales* : & alors on aura soin de ne retrancher que les deux derniers chiffres du produit des parties proportionnelles qui se trouvent dans la petite colonne, laquelle suit immédiatement celle des *sinus*, comme il y est dit à la page 41 de l'explication imprimée à la fin de ces Tables.

*Diverses autres Observations sur Mer, auxquelles on emploie ces Instrumens.*

323. Il y a d'autres observations à faire sur mer dans lesquelles on emploie ces instrumens avec avantage, comme celles pour trouver la Latitude par deux observations du Soleil hors du Méridien, en connoissant sa Déclinaison, ou par trois observations sans le secours de la Déclinaison ; mais ce sont des méthodes plus spécieuses dans la théorie que dans la pratique : voyez le n°. 237 du *Traité de Navigation* déjà cité, de M. Bézout. Cependant on trouve dans l'*Almanach Nautique* de Londres pour 1771, une suite de Tables de M. Douwes d'Amsterdam, Examineur des Officiers de la Marine Hollandoise, avec des additions du Capitaine Campbell, & une ample explication de leur usage : ces Tables servent pour trouver la Latitude par deux hauteurs du Soleil, connoissant l'intervalle du temps qui s'est écoulé entr'elles, par une bonne montre. Cette méthode de M. Dowes est très-avantageuse, & mérite d'être connue de tous les Marins. On vient de voir la méthode de reconnoître l'heure par une observation du Soleil dans le n°. 322, qui peut servir également en d'autres occasions.

324. On peut prendre des hauteurs égales des Astres sur Mer avec les mêmes instrumens. On s'en sert aussi pour déterminer la position & les distances angulaires des Côtes, Caps, Promontoires, Ecueils, Ports, & différens points remarquables pour la construction des Cartes Marines, & pour l'attaque des Fortifications sur les côtes, & embouchures des rivières, &c. & pour reconnoître routes sortes de distances angulaires.

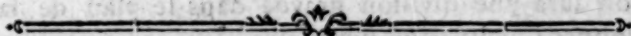
L'application de ces instrumens à tous ces objets est à peu près la même

que pour les observations dont on a déjà parlé dans ce Traité : ainsi je ne m'étendrai pas davantage sur la manière d'employer ces instrumens à bord des vaisseaux. On peut consulter les *Elements de Navigation* de M. Robertson cités ci-dessus , pour le détail du calcul & des méthodes qu'on doit employer dans toutes ces opérations. C'est peut-être l'ouvrage le plus complet qu'on ait encore fait sur ce sujet.



## APPLICATION DE CES INSTRUMENS

### *Aux Observations Astronomiques sur Terre.*



*Prendre la Hauteur du Soleil , ou de quelque autre Astre.*

325. IL ne faut que trouver quelque horison artificiel pour employer avec succès les Sextants à réflexion dans les observations astronomiques. L'eau , le mercure , ou un bon miroir plat qu'on place horizontalement par le moyen d'un bon niveau , fournissent ce qu'il faut pour accomplir cet objet.

326. Le peu de volume de ces instrumens , la facilité de les transporter sans les endommager , & d'en réparer les accidents , en outre l'extrême médiocrité de leur prix , en comparaison de celui des bons quarts de cercle astronomiques du même rayon , sont autant de recommandations pour se servir des Octants & Sextants dans une infinité d'occasions où les autres instrumens ne pourroient avoir lieu.

*De l'Horison artificiel d'eau , ou de mercure.*

327. Une rivière , un lac , un étang , un vase quelconque plein d'eau avec le fond bien obscur , ou un vase dans lequel il y a du mercure , sont autant d'horizons que la Nature ou l'Art nous fournit partout pour avoir les objets réfléchis de façon que leur angle soit toujours relatif à l'horison de la partie du globe , où nous nous trouvons ; mais l'agitation faite dans la surface de ces fluides par le moindre vent ou par quelque autre cause semblable , rendroit presque inutiles ces moyens si l'on n'avoit pas tâché d'y remédier.

328. Premièrement on a une petite boîte de bois assez solide , comme celle de la *fig. 36* , qu'on double au dedans avec un enduit , composé de colophane , poix & rérébenthine , mêlés avec du noir de fumée ; il faut que le dedans soit d'un noir mat , & pour cela on frotte cet enduit , lorsqu'il est froid , avec de l'émeri grossier , pour en ôter le brillant.

329. On y adapte une espece de toit, comme on le voit dans la *fig. 37*, qui est composé de deux châssis garnis de deux petits quarrés de verre bien poli, & dont les surfaces sont bien paralleles, ce qu'on examinera par les méthodes des n<sup>os</sup> 106 & 125. Ces deux châssis tiennent par une espece de charniere représentée dans la même *fig. 37*, au moyen de laquelle on les tient plus ou moins ouverts, suivant les angles qu'on veut observer; de façon que les rayons du soleil ou de l'objet, dont on veut mesurer la hauteur, y passent sans aucune réfraction.

330. On met de l'eau dans la boîte, & on la pose sur terre, ou sur quelque muraille bien ferme & inébranlable. On la couvre alors avec le double châssis de la *fig. 37*; & on peut fort bien juger à l'œil si les quarrés de verre sont perpendiculaires aux rayons incidents: autrement on aura une division gravée dans le plan de la charniere, pour leur donner l'inclinaison nécessaire.

331. La réflexion sur la surface de l'eau est assez forte pour les observations du Soleil & de la Lune: mais pour celles des Etoiles, il faut employer du mercure qu'on aura soin de passer à travers un cornet de papier ou un mouchoir de soie, pour le dépouiller de la poussiere, & d'une espece de pellicule qui se répand sur la surface.

332. Quelques-uns conseillent d'employer de la melasse, ou une espece de sirop noir suffisamment épais, sans l'être trop, au lieu de l'eau ou du mercure; & par-là on épargne la depense des deux châssis de verre à surfaces paralleles, qui ne sont pas aisés à avoir, & qui ne laissent pas de coûter cher. L'épaisseur de ce fluide empêche les peritres vibrations que l'air cause dans la surface de l'eau ou du mercure; mais il n'est pas aisé de lui donner l'épaisseur nécessaire, sans tomber dans l'inconvénient de le rendre si épais, que sa surface ne prenne pas la vraie position horizontale.

#### *De l'Horison artificiel à Miroir.*

333. Un bon miroir d'environ 4 pouces & encore moins, dont les surfaces soient bien paralleles (106), garni d'un châssis de métal avec 3 ou 4 vis; & un bon niveau à esprit-de-vin qui puisse tourner avec l'inclinaison de peu de secondes, pour bien niveler ce miroir, dans tous les sens de son plan, sont bien moins embarrassans que la boîte ci-dessus, & donnent une réflexion horizontale assez exacte pour toutes sortes d'observations.

#### *Avantage des Niveaux circulaires.*

334. Si le niveau est composé d'une boîte de cuivre jaune, comme une tabatiere, ayant le couvercle ou surface supérieure, faite d'un verre

concave, dont la courbure intérieure soit d'un rayon bien long, mais travaillé très-régulièrement & fort uni, est le niveau le plus à propos pour cette opération. J'en ai vu quelques-uns de cette espèce qui étoient sensibles à une inclinaison de peu de secondes : ces niveaux circulaires donnent beaucoup plus de facilité pour mettre le miroir parallèle à l'horison ; car ils montrent à la fois l'inclinaison d'un plan quelconque dans tous les sens : au lieu que les niveaux à tube ont besoin d'être mis successivement en différentes directions croisées, pour faire connoître la vraie position horizontale du miroir.

*D'un A-plomb nouveau de Réflexion.*

335. La difficulté d'avoir des niveaux à boule d'air assez exacts pour établir bien horizontalement le plan de réflexion, m'oblige à décrire ici un à-plomb fort exact, que j'ai imaginé il y a long-tems, d'après le principe de la rectification du miroir de l'alidade du n°. 149, qui peut-être deviendra avantageux également en d'autres circonstances.

M. Eckart, Membre de la Société Royale de Londres, sans avoir eu communication de mon idée, a imaginé aussi un à-plomb sur le même principe, qui ne diffère pas beaucoup du mien.

336. Soit le cylindre  $a b$  (figure 40, planche 3) garni de deux croix de fil, une à chaque bout, & qu'il soit suspendu à la traverse  $tx$  de la virole  $cn$  par un crochet dont le trou soit aiguilé en forme de couteau, comme dans la suspension des balances d'essai, & qu'il ait un petit contre-poids  $m$  pour le conserver perpendiculaire à l'horison. Si l'on met le trépied, fig. 39 sur le miroir de la figure 38, & que l'on mette sur le trépied, la virole  $cn$  avec son tuyau de la fig. 40 ; il est évident qu'en regardant par dessus, on ne verra pas que les intersections des deux croix  $a$  &  $b$  coïncident avec leurs images représentées dans le miroir qui est par dessous, dans tous les sens, à moins qu'on y trouve ces deux circonstances. 1° Que les deux croix correspondent exactement dans la ligne perpendiculaire au centre de la terre : & 2° que le miroir soit parfaitement horizontal.

337. Or si l'on ajuste une fois pour toujours, la perpendicularité des deux croix  $a$  &  $b$ , il n'y aura dans la suite autre chose à faire que de suspendre ce cylindre sur le miroir de la fig. 38, & tourner la virole de la fig. 40 par les deux aîles  $cn$  en différentes positions, pour faire tourner le cylindre & son image sur le miroir, qu'il faudra élever ou baisser (par les vis  $p q d$ , fig. 38), jusqu'à ce que la coïncidence des intersections réfléchies avec celles des croix  $a$  &  $b$  soit parfaite. On sera peut-être étonné de voir avec quelle exactitude on peut faire l'ajustement du miroir de l'horison artificiel, par cette méthode, même lorsque la distance entre les croix  $a b$  n'est plus que de 7 à 8 pouces.

*Pratique des Observations de la Hauteur des Astres en employant l'Horison artificiel.*

338. L'angle qu'on observe par le moyen de l'horison artificiel, est toujours le double de la hauteur de l'astre sur l'horison : comme il est aisé de s'en convaincre, en jettant les yeux sur la *fig. 41* de la *planche 3* voyez la *Note gg*. Ainsi on ne peut pas observer par devant avec les Octants, des angles au-delà de  $45^{\circ}$  ; ni avec les Sextants des angles au-delà de  $60^{\circ}$ . Les Octants nouveaux peuvent aller jusqu'à  $75^{\circ}$  ou environ : mais pour des hauteurs encore plus grandes, il faudra employer l'observation par *derrière*.

339. Ayant donc l'instrument convenable, il s'agit de mettre l'*horison artificiel* dans l'état de bien servir. S'il est composé du miroir dont on a parlé dans le n<sup>o</sup>. 331, on y appliquera le niveau dont il est parlé ci-dessus, en le tournant dans tous sens, & en haussant ou baissant le miroir par le moyen des vis qui le soutiennent, jusqu'à ce qu'il soit bien parallèle à l'horison ; autrement on emploiera le *niveau circulaire* ou l'*à-plomb* dont on a parlé dans les n<sup>os</sup> 334 & 335.

340. Mais s'il est composé d'un fluide comme l'*eau* ou le *mercure*, alors on n'a besoin que de le couvrir avec le chassis dont on a parlé dans le n<sup>o</sup>. 327. On mettra les deux faces ou plans de verre, dont il est composé, à un angle double de celui qu'on doit trouver dans l'instrument, ou quadruple de la hauteur de l'astre, pour que les surfaces des verres soient perpendiculaires aux rayons incidents & réfléchis. Voyez le n. 2 de la *Note gg*.

341. Il est aisé de connoître à peu-près la quantité de cet angle : un degré de plus ou de moins ne causera aucun dérangement sensible dans l'observation. On pourra d'ailleurs essayer de le mesurer en gros, pour juger de l'ouverture angulaire qu'on doit donner aux verres du chassis.

342. Mettez l'Octant en ordre, comme il faut qu'il soit pour observer l'astre, en employant les verres noirs ou enfumés qui sont à propos. Il vaut mieux employer un verre rouge-obscur pour affoiblir les rayons réfléchis, & un verre enfumé derrière le miroir horizontal pour affoiblir les rayons de vision directe. Car on distinguera mieux par la couleur différente les deux images ; celle de vision directe devenant alors jaunâtre, & l'image réfléchie d'un beau rouge foncé.

343. On mettra l'instrument dans le plan vertical qui passe par l'astre & par l'horison artificiel : & on poussera l'alidade doucement jusqu'à ce que l'image rouge touche celle de couleur jaunâtre ; sans oublier les

# AUX OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES. 105

avis qu'on a donnés, pour bien observer avec ces instrumens, en différens endroits, particulièrement dans les n<sup>os</sup> 166 & suiv. 261, &c. Après avoir fait l'observation, il faudra corriger l'angle qu'on trouvera marqué par l'alidade sur le limbe, comme il suit.

*Regles des corrections après avoir observé sur l'Horison artificiel.*

344. Premièrement on fera toutes les corrections qui dépendent de l'instrument, s'il y en a quelqu'une dans l'angle total qu'on aura observé. Dans la suite on prendra la moitié de cet angle ainsi corrigé, & on y appliquera toutes les autres corrections dont l'observation sera susceptible, comme on va le voir.

*Exemple d'une Observation de la hauteur du Soleil.*

345. On a observé par devant la hauteur du Soleil à midi, le 28 Novembre 1775, par l'attouchement des bords intérieurs (les plus voisins) de l'image réfléchie avec son objet; c'est-à-dire, du bord inférieur de l'image réfléchie dans le miroir de l'alidade qui étoit rouge, suivant le n<sup>o</sup>. 342, avec le bord supérieur du Soleil vu par vision directe, qui, à cause du verre enfumé, paroissoit jaunâtre; & étoit réfléchi sur l'horison artificiel: & on a trouvé l'angle..... 119 38 0

1. Correction, l'erreur de l'alidade, (n<sup>o</sup>. 192) que je suppose..... + 2 30

119 40 30

6. Correction, la déviation soustractive: en la supposant de 30, on a par la Table IV..... - 49

119 39 41

7. Correction (l'erreur du limbe, n<sup>o</sup>. 208) que je suppose additive..... + 1 29

Total..... 119 41 10

Prenez-en la moitié..... 59 50 35

2. Correction (la dépression de l'horison n<sup>o</sup>. 198) n'a pas lieu.

3. Correction (les deux demi-diametres, n<sup>o</sup>. 234) additive: par la Connoissance des Temps..... + 32 32

60 23 7

4. Correction (la réfract. n<sup>o</sup>. 202) soust. par la Table III. - 38

5. corr. (la Paral. n<sup>o</sup> 204) n'a pas lieu, donc la haut. sera 60 22 29

346. Si, au lieu d'avoir observé l'attouchement du bord inférieur de l'image réfléchie dans le miroir de l'alidade, on avoit pris l'attouchement de son bord supérieur avec l'inférieur de l'image de vision directe, sur l'horison artificiel, alors la correction troisieme devroit être soustractive, comme on l'a remarqué dans le n<sup>o</sup>. 7 de la Note ff.

Si l'on fait cette observation par derrière, alors dans le cas où l'on compare le bord supérieur de l'image jaunâtre dans l'horison artificiel avec le bord infér. de l'image rouge, réfléchi du miroir de l'alidade, on ajoute la valeur des deux demi-diametres; & si on compare les bords externes, on

doit le retrancher, comme on le voit dans la note *ff.* à moins que l'on compte sur le rang supérieur des chiffres du limbe qui servent pour les observations par *devant*. Mais en effet ces observations de *hauteur* doivent être considérées comme des observations de *distance supplémentaire* : & dans ce cas ses corrections sont comme dans les observations par *devant*. Voyez les nos 12 & 13 de la Note *ff.*

347. S'il y a quelque doute sur la bonne qualité des verres du chassis dont on a parlé dans le n°. 329, répétez l'observation en tournant l'horison artificiel de l'autre côté ; de façon que le rayon incident vienne à entrer par le verre par lequel sortoit le rayon réfléchi sur le mercure : & la même chose doit être pratiquée avec l'autre espece d'horison à miroir ; car alors les erreurs deviendront dans un sens opposé à celles de la première observation. On prendra la moitié des deux observations ; & on aura une approximation assez suffisante pour la connoissance de la vraie hauteur qu'on cherche.

348. Enfin, si l'on observe la hauteur d'une Etoile, au lieu de celle du Soleil, alors la correction *troisième* n'a pas lieu du tout. De même, lorsqu'on mesure par cette méthode la hauteur d'un édifice ou d'un autre objet, dont on prend la coïncidence du point qu'on veut mesurer avec sa propre image réfléchie dans l'horison artificiel : il n'y a dans ce cas aucun demi-diamètre à retrancher ; &c. Voyez le n°. 19 & suiv. de la Note *H.*, page 125 ; & l'addition, page 174.

*Observer des Hauteurs correspondantes sur Terre.*

349. Pour peu qu'on ait de connoissances en Astronomie, on fait bien que la base de toutes les observations est la détermination exacte du vrai moment dans lequel arrivent les phases, apparences, & phénomènes des Astres qui en sont l'objet. C'est par le moyen de l'observation des hauteurs égales qu'on détermine le rapport du mouvement d'une pendule à celui du Soleil ou des Etoiles par leur passage au méridien du lieu où l'on fait l'observation. Cette espece d'observation sert aussi à tracer une méridienne, à mettre l'*Instrument des passages* dans sa propre direction, à poser des *Cadran's solaires*, & pour d'autres objets importants.

350. On emploie des Quarts de cercle astronomiques, & d'autres instrumens assez volumineux, dont une grande partie demande un Observatoire bâti pour les observations de cette espece. Mais il est certain qu'on peut y suppléer en partie, en employant un Octant ou Sextant, garni d'un horison artificiel, comme on l'a dit au commencement de cette section.

Un instrument de cette espece, dont le rayon ne seroit que de 8 ou 9 pouces, & même plus, est très-aisé à transporter dans un voyage quelconque : & si l'on a une bonne montre à repos, ou encore mieux une pendule à secondes ou à demi-secondes, même qu'elle soit à ressort, & une bonne lunette achromatique à triple objectif d'environ quinze ou 16 pouces de foyer, le tout peut bien aller dans une caisse d'un volume assez médiocre ; & on pourra faire, même en voyageant, des observations très-intéressantes, quelque part qu'on veuille s'arrêter pour cet effet.

351. Ce qu'il y a d'avantageux dans l'observation des hauteurs égales, c'est qu'il ne faut pas préparer l'instrument, ni faire aucune rectification, ni aucune correction : & lors même que l'Octant seroit mal divisé, ou fort dérangé dans quelqu'une de ses parties, on pourroit l'employer également sans erreur. Car les observations après midi corrigent exactement de l'autre côté les variations de celles qu'on a faites avant midi. Les circonstances les plus favorables pour ces observations sont, lorsque le Soleil, ou l'Astre qu'on veut observer, se trouve près du premier vertical, c'est-à-dire du grand cercle qui passe par les points de l'Est à l'Ouest. Du moins on ne doit prendre des hauteurs correspondantes dans des Latitudes comme celle de Paris, que lorsque l'Astre se trouve distant du méridien au moins de deux heures. Voyez le *Traité de Navigation* par M. Bézout, *Señ. 4. n<sup>o</sup>. 316 & 318.*

352. Ayant préparé l'horison artificiel, & l'instrument, comme il est dit dans le n<sup>o</sup> 339 & suiv. on observe la hauteur du Soleil deux ou trois heures avant midi, en mettant l'alidade, de manière que les bords internes des deux images se touchent plus qu'il ne faut : on arrête l'alidade en gardant les images dans l'endroit qu'il faut du champ de la lunette : & on compte les *secondes* à la pendule jusqu'à ce que les bords de ces images, en se décroissant, par l'élévation successive du Soleil ou de l'Astre, viennent au vrai attouchement. On marque alors sur un papier la *seconde* qu'on compte dans l'instant de cet attouchement, avec la *minute* & l'*heure* de la pendule : & vis-à-vis on écrit le degré & la minute marquées par l'alidade : le tout faisant un article seul sous le titre *Matin.*

353. Après 4 ou 5 minutes, on fait une autre observation pareille, qu'on marque sur le même papier, comme la première sous le même titre, mais en un article séparé. On fait d'autres observations dans la suite jusqu'au nombre qu'on veut, en les écrivant sur le même papier dans une même colonne, mais faisant de chacune un article séparé. On laisse l'instrument avec l'alidade dans la position de la dernière observation, & dans l'après midi on répète les mêmes observations en commençant par la dernière du Matin. On attend l'attouchement des deux images du soleil, & on marque la *seconde*, la *minute* & l'*heure* de la pendule, vis-à-vis de la dernière observation dans un article séparé, & dans une autre colonne, sous le titre *Soir.*

On met l'alidade au degré & à la minute de l'observation avant la dernière : on observera de même, & on écrira vis-à-vis, la *seconde*, la *minute* & l'*heure* correspondantes suivant la pendule : & on en fera autant avec chacune des autres de la matinée, en écrivant de même vis-à-vis de chacune la *seconde* & la *minute* correspondantes, marquées par la pendule.

354. A présent prenez les deux observations correspondantes , ajoutez-les ensemble : prenez - en la moitié , ajoutez 6 heures à cette moitié : écrivez cette somme dans une troisième colonne sous le titre *Midi*, mais vis-à-vis les articles de ce résultat : & faites autant avec chaque couple des autres observations. Lorsque cette troisième colonne est complète , faites à chacun de ces *midi* ainsi trouvés , la correction correspondante causée par la différence de la déclinaison du Soleil à chaque couple d'observations.

355. On trouve dans la *Connoissance des Temps* , p. 141, sous le titre *Equation pour le Midi conclu des hauteurs correspondantes* , une Table qui sert pour la Latitude de Paris.

Cette Table est faite suivant la différence des degrés de la longitude du Soleil , adaptée pour la Latitude de Paris ; & est suivie de deux autres Tables , qui servent pour trouver l'équation des hauteurs correspondantes pour toutes les Latitudes ; on en pourra voir l'usage dans la *Connoissance des Temps* pour 1774 , & dans le premier vol. de l'*Astronomie* de M. de la Lande n°. 944 & suivants. Il y a aussi une Table dans le *Nautical Almanak* de 1769 , par laquelle on trouve cette correction pour toutes les latitudes.

S'il y a quelques différences entre les *midi* trouvés par chaque couple d'observations des hauteurs correspondantes , il n'y a qu'à en prendre la moyenne , qui sera la plus près du midi vrai par toutes ces observations.

Ce midi ainsi trouvé est celui du *Temps* vrai. Si vous voulez celui du temps moyen , voyez la Table de l'*Equation du Temps* ( *Nautical Almanak* ) ; & ajoutez , ou retranchez la quantité marquée pour le midi du jour dont il s'agit. Autrement faites usage de celle qui se trouve à la pag. 133 de la *Connoissance des Temps* sous le titre *Temps moyen au midi vrai* , qui revient à la même chose. La différence entre ce midi déduit des observations , réduit au temps moyen , & le temps de la pendule , montrera de combien elle avance ou retarde pour chaque jour , lorsqu'on divisera cette différence par les jours qui se sont passés depuis la dernière observation des hauteurs égales.

356. On peut prendre également les hauteurs égales de quelques-unes des étoiles les plus grandes & brillantes : soit qu'on change l'alidade pour les différentes hauteurs d'une même étoile ; soit qu'on garde l'alidade dans la même position & qu'on attende le passage de différentes étoiles à la même hauteur , ce qui vaut mieux. On peut par cette méthode , prendre plusieurs hauteurs de différentes étoiles dans une seule nuit. Comme les étoiles n'ont aucune Déclinaison rapide ( 251 ) ; les observations de leurs hauteurs n'ont pas besoin de la correction du n°. 355-

*Usage de ces Instrumens dans les Observations des Comètes.*

357. L'apparition des Comètes dans des positions peu avantageuses, leur rapidité à entrer dans les rayons solaires & souvent leur peu de durée, jointes aux accidents du tems, sont autant d'obstacles pour observer leurs routes. Les Astronomes les plus infatigables les manquent plusieurs fois, & perdent le fruit de leurs veilles. Ce n'est bien souvent que par un hasard de circonstances favorables, une opiniâtreté accompagnée de bien de fatigues penibles & de veilles accablantes, qu'un fort petit nombre d'Astronomes parvient à faire des observations satisfaisantes.

Mais il y a encore une autre difficulté, dont ceux qui manquent de pratique dans l'observation des Comètes, ne s'apperçoivent quelquefois pas ; c'est que pour déterminer la position des Comètes, on est souvent obligé de les comparer à des étoiles, qui ne se trouvent point dans les Catalogues, & qui par leur petitesse donnent peut-être quelquefois le change aux Observateurs les plus experts : il faut ensuite déterminer la position de ces étoiles inconnues par celle de plusieurs autres. Ainsi les défauts dans les observations se multiplient de *proche en proche* ; de façon que le résultat donne des déviations si considérables de la vraie position de la Comète, qu'il n'est pas étonnant de voir le peu d'accord qu'il y a quelquefois entre la route qu'elle devrait tenir suivant les éléments de l'orbite trouvée par le calcul, malgré toute l'habilité & l'intelligence du Calculateur, & la route que la Comète décrit effectivement dans la suite.

Enfin, ce n'est pas assez d'être bon Observateur, il faut y joindre l'avantage d'un bon Observatoire, & être fourni de bons instrumens assez coûteux & qui ne sont pas aisés à manier en tous les sens : il faut s'épuiser en ressources pour en tirer parti à cause de la route extraordinaire de beaucoup de Comètes qui souvent est trop éloignée des étoiles connues, pour en déduire immédiatement par comparaison leur différence en Ascension droite & Déclinaison.

358. Mais il ne tient qu'aux Astronomes Observateurs d'opérer avec plus de facilité & de mettre à profit une très-grande quantité d'observations, qui sont en pure perte par les difficultés ci-dessus ; il suffit d'appliquer les Octans & Sextans à réflexion pour mesurer tout d'un coup pour ainsi-dire un grand nombre de distances en tous sens, entre la Comète & les étoiles les plus connues. Il ne s'agit que de savoir la Déclinaison de chacune & son Ascension droite, pour en déduire avec un peu de calcul la vraie position de la Comète, ayant égard à la *première correction* du n°. 186, s'il y en a aucune à faire dans l'ins-

trument & à la *réfraction*, pour laquelle il faut prendre les hauteurs sur l'*horison artificiel*, comme on l'a marqué en parlant des hauteurs du Soleil, dans le n°. 296 & suivans. Ajoutez que les défauts de ces observations de la distance de différentes étoiles à l'égard de la Comète, se trouvent compensés en grande partie par les mêmes observations lorsqu'elles sont dans un sens opposé les unes aux autres.

*Application de ces Instrumens aux opérations de Géodésie, ou Arpentage.*

359. Les objets sombres qu'on pourra voir sur un fond clair, & les objets bien éclairés qu'on pourra voir sur un fond obscur, seront fort aisés à observer par les instrumens à réflexion. C'est pour cela qu'on peut employer bien avantageusement cette espece d'instrumens à l'Arpentage; particulièrement si les miroirs horizontaux n'ont pas la partie diaphane, comme on l'a dit dans le n°. 101. On doit prendre les angles entre différents objets d'une même station; & si l'on veut, on pourra les réduire au même plan horizontal en prenant la hauteur verticale de chacun sur l'*horison artificiel*.

359. Ces instrumens à réflexion servent aussi pour tirer fort aisément une ligne droite à travers une très-grande étendue de terrain, en les employant comme dans la rectification pour les observations *par derriere*, avec l'alidade au premier degré du limbe qui vaut  $180^{\circ}$ : c'est-à-dire, qui marque la position de l'Observateur dans une ligne droite entre deux objets quelconques, pourvu qu'ils soient assez éloignés: & même on a vu par la note *H*, qu'il y a des moyens de les faire servir entre des objets qui sont peu distants.

360. Il seroit inutile d'entrer dans un plus grand détail sur cet objet de l'Arpentage par ces instrumens. Si le Lecteur connoit tant soit peu ces opérations, il ne pourra pas manquer de voir tout le parti qu'on en peut tirer, pour s'épargner de la peine & la dépense d'autres instrumens dont on fait usage à présent; qui en effet peuvent être bien plus commodes pour ce seul objet; mais ces derniers ne servent pas dans le même tems à des observations aussi différentes ni d'une si grande importance, que les instrumens qui font le sujet de ce Traité.





## A P P E N D I X.

### *Description & avantages du double Sextant nouveau.*

361. JE finirai ce Traité par la description du double Sextant nouveau que j'ai promise ci-dessus dans le n°. 254, dans la note *D*, & en différents autres endroits. On a vu par le n°. 48 & encore mieux par les n°. 5 & 6 de la note *H*, que de quelque manière que les rayons de lumière tombent sur le miroir de l'alidade, ils représenteront successivement à l'œil en *h* (*fig. 8*, Planche 2) tous les objets qui feront un angle d'incidence sur le miroir *K C*, égal à celui de la ligne *dn* avec le plan du même miroir; soit qu'il tourne en haut de *C* vers *P*, soit qu'il tourne en bas de *K* vers *Z*. C'est sur ce principe que l'ajustement préparatoire, dont j'ai parlé dans le n°. 184, est fondé; & c'est sur le même principe qu'est appuyée la méthode dont j'ai parlé dans le n°. 48 déjà citée, méthode par laquelle on pourra mesurer des distances angulaires au-dessous; ou, pour mieux dire, en arrière du zéro du limbe, de même que dans les observations ordinaires par devant, qui sont mesurées par l'arc entier du même limbe depuis zéro jusqu'au bout *R*.

362. Cependant personne, que je sache, n'avoit encore profité des grands avantages d'un instrument, par lequel on mesurerait toutes les distances angulaires qu'il est possible d'observer par devant, dans les deux arcs du limbe au-dessus & au-dessous de son zéro. L'instrument qui réunira cette qualité aux autres des Sextants, n'aura pas besoin d'être ajusté ni avant ni après l'observation; & il est bien évident que dans un tel cas l'Observateur sera à l'abri des défauts & méprises qui s'y glissent souvent, & qui produisent un grand nombre d'erreurs dans les observations.

363. Par exemple, supposons qu'on observe par devant un angle de 80° dans l'arc au-dessus du zéro degré du limbe, comme à l'ordinaire; & qu'en reculant l'alidade, on observe le même angle dans l'arc inférieur de ce zéro du limbe; n'est il pas évident qu'en prenant la moitié de la somme de ces deux arcs, la valeur de l'angle observé sera bien plus exacte que si l'on faisoit l'ajustement préparatoire ordinaire? Si l'on réfléchit sur ce qu'on a détaillé dans les n°. 184, 195 & 196, on ne man-

quera pas de rester convaincu de la vérité de cette assertion. En effet on n'épargne pas seulement par cette méthode, la peine & l'embarras de faire l'ajustement ou rectification en question ; mais on retranche de moitié les défauts, qui se multiplient de plus en plus, à mesure qu'on emploie un plus grand nombre d'opérations dans une observation quelconque.

364. Le double Sextant dont je vais donner l'idée, est construit sur ces principes ; mais j'y ai fait plusieurs additions qui communiquent à cet instrument de nouvelles propriétés par lesquelles celui-ci l'emporte de beaucoup sur les instrumens connus.

Avant d'entrer en matière je dois rendre justice à M. le Chevalier de Borda, Savant distingué, dont j'ai parlé souvent dans ce Traité, qui sans avoir aucune notion de mes idées sur ce sujet, a reconnu aussi les mêmes propriétés & avantages d'un instrument à réflexion construit sur ces principes, & en a fait l'application à son instrument circulaire, dont il fera peut-être bientôt part au Public.

Je fus fort agréablement surpris lorsque ce Savant me communiqua, dans une conversation, ses vues sur ce sujet, & il ne le fut pas moins à la vue de la feuille de ce Traité, où j'avois déjà donné les mêmes principes, & qui se trouvoit alors sous presse. Il n'y a rien de bien extraordinaire que nous nous soyons rencontrés dans nos recherches sur un même objet : mais il est peut-être assez remarquable que feu M. Mayer, le célèbre Astronome de Gottingue, ne se soit pas aperçu de cet avantage, dans le cercle à réflexion, dont il a donné une description au Public, attendu que ce Professeur avoit un génie fort inventif, comme il paroît par ses écrits. Je parlerai dans la *Note KK* de toutes les autres inventions & changements faits dans les Octants marins dont j'ai pu avoir connoissance jusqu'à ce moment. Aucune de ces nouvelles constructions ne fournit les avantages de l'instrument qui fait l'objet de cet Appendix.

365. La figure 32 (*planche 3*) représente l'esquisse du double Sextant. Le limbe *RWM* est un arc d'environ 130 ou 135 degrés, dont le zero est au milieu *W* de cet arc. La moitié depuis *W* jusqu'à *M* sert pour les observations ordinaires par devant au-dessus du zero degré ; & l'autre moitié depuis *W* jusqu'à *R* sert pour les observations correspondantes au-dessous du même zero. Le miroir *Nn* de l'alidade, & le miroir horizontal *B* sont ceux qu'on emploie dans ce genre d'observations. Mais pour avoir l'avantage de déterminer, immédiatement à chaque observation, la vraie dépression actuelle de l'horison dont j'ai parlé dans le n°. 220 & suivants ci-dessus, j'ai divisé en deux moitiés le miroir de

l'alidade comme M. Caleb Smith avoit fait dans son instrument (voyez la note *KK*). La moitié inférieure *Nn* est la plus proche du plan de l'instrument : elle est posée dans la direction de la ligne qui passe par le centre de l'alidade & par le *zero* du limbe. L'autre moitié *mv* est placée à angle droit avec la première : on la fixera par le moyen d'une platine qui tiendra à la plaque *rx*, de façon qu'on puisse la faire tourner dans un sens ou dans l'autre, comme il est dit dans le n°. 255 & dans la note *ee*, n°. 6. Peut-être sera-t-il bon d'y pratiquer une pièce pour couvrir la surface réfléchissante de ce miroir *mv*, tandis qu'on n'en fait pas usage dans l'observation.

366. Le miroir horizontal *B* est fixe, comme à l'ordinaire, sur le corps de l'instrument ; mais on peut le tourner à droite ou à gauche, lorsqu'il est nécessaire, par la *vis sans fin* du n°. 95. Ce miroir est tout d'une pièce & de la hauteur des deux miroirs de l'alidade pris ensemble. Il est étamé aux deux extrémités, de façon qu'il reste environ un tiers sans étamage au milieu, pour laisser passer les rayons de *vision directe*. La partie étamée la plus près du plan de l'instrument, sert pour recevoir les images réfléchies du miroir *Nn* ; & l'autre qui est la plus éloignée, sert pour recevoir l'image réfléchie de l'horison par *derrière*, lorsqu'on observe la hauteur de quelque astre, pour reconnoître l'état actuel de l'atmosphère, relativement à la dépression de l'horison : car aussitôt qu'on aura fait une observation de hauteur, on pourra prendre immédiatement sur le même miroir *B* la dépression de l'horison, afin de faire les vraies corrections de *dépression* & de *réfraction* dont on a parlé dans le n°. 223 : & dans la note *ii*.

367. La position de ce miroir *mv* ne permet pas d'observer par *derrière* sur le miroir *B*, des angles un peu considérables, c'est-à-dire, plus que 5 ou 7 degrés en-deçà ou au-delà des 180° qui correspondent au *zero* du limbe. C'est pour remédier à ce défaut, que j'ai placé le miroir *A* dans le corps de l'instrument sur la ligne tirée du centre de l'alidade à la division 60° du limbe, comme on le voit par la *fig.* 32. Ce miroir n'a qu'un tiers d'étamé à la même distance du plan de l'instrument que la partie la plus éloignée de l'étamage du miroir *B*. Suivant cet arrangement des miroirs du double Sextant, on pourra observer sur le miroir *A* tous les angles qu'il est possible d'observer par *derrière* au-delà du 120<sup>me</sup> degré. Chaque miroir horizontal est garni par *derrière* avec l'appareil décrit dans le n°. 175 qui sert à modifier le grand éclat de la lumière du soleil, & à mettre de l'égalité entre l'image de vision directe & celle de réflexion.

368. La lunette *hf* est fixée sur une plaque de métal, par les raisons données dans le n°. 162. Cette plaque peut se mouvoir autour

du centre *b* : on l'arrête sur le corps de l'instrument moyennant une vis, de façon que son axe soit dans la direction des rayons de l'image réfléchie : en voici la raison. Lorsqu'on voudra observer par *devant* quelque angle en arrière du *zero* du limbe depuis  $10^{\circ}$  jusqu'à  $20^{\circ}$ , & depuis  $56^{\circ}$  jusqu'à  $64^{\circ}$  degrés, les rayons de l'image réfléchie ne pourroient pas arriver jusqu'au miroir de l'alidade, se trouvant interceptés par l'opacité du miroir *B* dans le premier cas, & par celle du miroir *A* dans le second ; comme il paroît par le rang inférieur des nombres gravés au-dessous du limbe de la figure 32, qui servent à montrer les rayons incidents sur le miroir *Nn*.

Pour obvier à cet inconvénient, il n'y aura qu'à faire tourner le miroir *B*,  $10^{\circ}$  degrés en arrière, avec la clef dont on a parlé dans le n°. 95 ; car alors on trouvera à découvert les angles dont l'observation inférieure étoit empêchée par l'opacité du miroir *A* ou *B*, sans que cela puisse embarrasser aucunement l'Observateur ; car la valeur de l'angle observé par les deux opérations ne sera que la moitié des deux nombres indiqués par le *Nonius* de l'alidade à la fin des deux observations, quel que puisse être l'endroit du vrai *zero* du limbe. Or il est aisé de voir que dans le cas où on aura changé la position du miroir *B*, il faudra changer également la direction de la lunette en la mouvant sur le même axe de ce miroir. Mais outre le mouvement de la lunette sur le centre *B*, elle doit avoir toute seule un autre mouvement sur le centre *x* pour pouvoir correspondre aux rayons qui viendront du miroir *A*, lorsqu'on observera par *derrière* : car elle doit avoir dans ce dernier cas la direction *kg*, qu'on y voit marqué sur la figure 32.

269. L'alidade de cet instrument est placée par derrière son corps ; & les divisions du limbe sont gravées du même côté, quoique la figure les représente comme si elles étoient du côté de la lunette. Mais si l'on vouloit sacrifier les observations par *derrière* (à l'exception de celles qu'on peut faire avec le miroir *B* qui ne vont pas au-delà de 5 ou 7 degrés en deça & au-delà du  $180^{\text{me}}$  degré) alors il n'y auroit aucune difficulté à mettre l'alidade du même côté des miroirs, comme à l'ordinaire ; car on pourra la faire aller & venir par dessous la plaque qui porte la lunette.

370. Mais quant à moi, je ne voudrois jamais priver mon instrument de l'avantage des observations par *derrière* (240). Ce sera aux bons Artistes à s'y prendre comme il faut, pour que l'axe du mouvement de l'alidade, puisse porter à son extrémité la platine ou rondelle des deux miroirs du centre *Nn* & *mv*, sans manquer à la fermeté que l'ouvrage demande, afin que ces miroirs ne puissent vaciller, ni manquer

quer d'obéir exactement au moindre mouvement de l'alidade d'un côté ou de l'autre.

371. On voit bien par la figure, que cet instrument doit devenir plus pesant & par conséquent plus fatigant dans la manœuvre des observations, que les instruments ordinaires. Ainsi il sera à propos d'employer le pied-destal à fourchette &c. dont j'ai parlé dans le n°. 178, ci-dessus. Cependant on peut réduire de beaucoup la grandeur de l'instrument, en le faisant d'environ 12 pouces de rayon au lieu de 18, qu'il auroit selon l'échelle de la figure 32; dans ce cas, le limbe seroit terminé par le cercle de points *T g Y* de la même figure: & alors la longueur de *R* jusqu'à *M* ne seroit que de 22 pouces au lieu des 34 qui y sont représentés; la lunette *h w* qui est d'environ 15 pouces suivant la figure, seroit alors réduite à *u w* d'environ 7 pouces & demi, ce qui est une longueur presque de moitié plus grande que celles qu'on emploie d'ordinaire comme il paroît par celle décrite dans la Note *Y*.

372. Je ne m'arrêterai pas davantage sur la description de cet instrument: quant aux autres parties qui sont communes, ou assez analogues à celles des Octants & Sextants que j'ai décrits dans ce Traité, je renvoie le Lecteur aux articles respectifs, où elles sont détaillées: ainsi je finirai par l'exposé des propriétés avantageuses qui se présentent dans la construction de cet instrument.

I. Le double Sextant diminue de moitié les incertitudes des observations, en épargnant le nombre des opérations; c'est-à-dire, en épargnant les défauts de l'ajustement, comme on l'a remarqué dans le n°. 362 & suiv. ci-dessus. Voyez aussi la Note *U*.

II. Il donnera moins de peine à l'Observateur; puisqu'il épargnera de faire l'ajustement en question.

III. Il servira à profiter des moments favorables, en donnant deux observations d'un même angle, pendant qu'on n'en pourroit pas faire plus d'une avec les instruments ordinaires.

IV. On ajustera le miroir *mv* pour les observations par derrière sans employer plus d'un objet, comme dans l'ajustement ordinaire pour les observations par devant, suivant qu'on l'a insinué dans le n°. 365, & comme il est décrit dans le n°. 6 de la note *ee*, & dans le n°. 255.

V. On observera la vraie dépression de l'horison (suivant le n° 223) sur le même miroir *B* qui sert pour les observations par devant; sans tourner l'instrument, ni mouvoir la lunette *h w*. Car le rayon incident *dea* sur le miroir *mv*, venant de l'objet derrière l'Observateur, sera à

116 **DESCRIPT. ET AVANT. DU DOUBLE SEXTANT.**

la distance *es* de 5 *pouces*, du rayon réfléchi *bxsh* : & ne pourra pas être caché ou intercepté par la tête de l'Observateur.

VI. On pourra observer par *derriere* toutes les hauteurs au-delà de  $120^{\circ}$  sur le miroir *A* (toujours la même *fig. 32 Planche 3*) ; sans tourner l'instrument, ni avoir d'autre peine, que de mettre la lunette *hw* dans la direction *Kg*, où on l'arrêtera par la vis qui la retenoit dans la direction *hs*.

VII. Les incidences des rayons qui représentent les objets sur les miroirs, seront plus avantageuses, que dans la construction ordinaire des Octants & Sextants : car on voit par le demi-cercle divisé *ept*, au-dessus de la lunette, que l'angle de réflexion sur le miroir *Nn* lorsque l'alidade sera à  $120^{\circ}$  du limbe, ne sera pas moindre que  $15^{\circ}$ , puisque le plan de ce miroir passera alors par le degré  $150$  de ce demi-cercle ; & le rayon réfléchi passera par le degré  $165$ . De même l'angle d'incidence sur le miroir *A*, en observant par *derriere*, sera toujours de  $30$  degrés, car il est fixé dans la direction du degré  $30$  du limbe, & est perpendiculaire au miroir *mv*. La graduation marquée par dessous ce limbe dans la même figure fait voir, qu'en observant par *derriere* un angle de  $120^{\circ}$ , l'angle de cette réflexion sur le miroir *mv* ne sera pas moindre que  $30$  degrés.

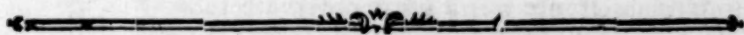
VIII. Enfin on pourra employer la rectification du n<sup>o</sup> 52 pour reconnoître la valeur réelle des deux arcs de  $90^{\circ}$  en avant & en arriere du zéro degré du limbe, aussi bien que celle du n<sup>o</sup>. 24 pour reconnoître (par trois seules opérations) la valeur totale de l'arc entier de  $240$  degrés par un seul objet ; & l'autre rectification du n<sup>o</sup>. 27, pour en reconnoître chaque partie aliquote.





## AVERTISSEMENT SUR LES NOTES SUIVANTES.

*La plupart de ces Notes contiennent quelques particularités que l'on a cru devoir renvoyer à la fin de l'Ouvrage, de peur qu'elles ne fissent perdre de vue aux Lecteurs l'objet principal, en interrompant le fil du discours. Il y en a cependant quelques-unes qui devroient avoir leur place dans le corps du Traité, si l'Auteur avoit eu le temps de revoir son Ouvrage en entier, avant d'en commencer l'impression. On remédiera à ce défaut dans une autre Edition, en insérant chaque article de ces dernières à la place qui lui convient. Pour le présent, le Lecteur pourra distinguer aisément au premier coup d'œil celles des Notes qui méritent le plus d'attention. Outre cela on tâchera de rapprocher dans la Table des Articles les plus essentiels de ceux qui se trouvent épars dans les Notes.*



## N O T E S.

N O T E A, pour le n<sup>o</sup>. 2.

1. IL paroît par le n<sup>o</sup> 425 des Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres, de l'année 1732, que le Docteur Halley étoit présent aux Essais qu'on fit avec l'Octant de M. Hadley. Il n'est pas aisé de concevoir par quel motif le Docteur Halley a gardé le silence sur l'invention antérieure du Chevalier Newton, concernant le même objet. Car M. Stone dit, dans l'Appendix de l'Ouvrage de Bion, *sur les Instrumens de Mathématique*, pag. 268 de l'édition de Londres, faite en 1758, que le premier Octant de cette espece avoit été construit suivant les vues & les directions du Chevalier Newton, dans le temps même que le Docteur Halley alloit partir pour faire le Catalogue des Étoiles fixes dans l'Hémisphère Austral, ce qui fut environ cinquante-cinq ans avant la publication que M. Hadley fit du nouvel Octant, sans dire un seul mot du premier Inventeur. M. Stone ajoute qu'il n'y avoit pas long-temps que l'on voyoit encore dans la boutique de M. Heath, Faiseur d'instrumens de Mathématique à Londres, ce même premier Octant du Chevalier Newton.

P ij

2. Et M. le Chevalier de Bory, Chef d'Escadre des Armées Navales du Roi de France, & Membre de l'Académie Royale des Sciences de Paris, affirme positivement, dans l'Avertissement de la *Description* qu'il a publiée de ces *Instrumens* en 1751, que M. Hadley devoit cette invention à M. le Chevalier Newton : & qu'il paroissoit par les registres de la Société Royale de Londres, qu'Elle en avoit eu connoissance en 1699 par le Chevalier Newton lui-même.

3. En effet on lit dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Berlin, année 1749, la description d'un quart-de-cercle à réflexion fait en Angleterre qui se trouve à l'observatoire de Berlin, construit sur les mêmes principes que les Octants & Sextants Anglois, bien avant la publication de M. Hadley. Voici comment finit cette description, pag. 371 du Vol. ci dessus. « Le tems précis depuis lequel » il (ce quart-de-cercle) est à notre observatoire, après plusieurs recher- » ches, m'est encore inconnu ; tout ce que je sçais, c'est qu'on trou- » ve dans un manuscrit de feu M. Hoffmann, ci-devant Astronome de » la Société des Sciences à Berlin, que cet instrument avoit passé de » M. Hook à nous : il est certain qu'il est travaillé en Angleterre, car » sur le limbe on lit *Whitehead fecit*. Au moins cet instrument est-il » depuis plus de trente ans à notre observatoire ».

Il faut que cet instrument ait été fait avant l'année 1702, car ce fut le 3 Mars de cette année que M. Hook mourut, comme il est dit dans le n°. 548 de l'Astronomie de M. de la Lande.

4. Il paroît donc évident 1°. que ni M. Hadley, ni ses amis n'ont pu ignorer que l'invention de cet instrument ne lui appartenoit aucunement, lorsqu'il le publia ; & 2°. que c'est au Chevalier Newton qu'on est redevable du meilleur instrument qu'on ait jamais connu, & qui est même l'unique sur lequel on puisse compter pour les observations sur mer.

5. Tout ce que je viens de dire est bien connu en Angleterre ; mais personne n'y a osé encore changer le nom de ces instrumens, en les appellant, comme il le faudroit, *Octants* ou *Sextants de Newton*. On verra dans la *Note O* ci-dessous, combien l'esprit de frivolité qui regne dans notre siècle, est inconséquent. Quoique je traite ici un sujet sérieux, je n'ai pu m'empêcher d'y badiner ceux à qui l'on doit reprocher un paradoxe pareil.

N O T E B, pour le n°. 2.

Ce fut par hasard que je trouvai une esquisse du second Octant de M. de Fouchy, dont il a donné la description dans les Mémoires de l'Aca-

adémie Royale des Sciences de Paris, pour l'année 1740, page 468. Elle étoit dans le Cabinet de Physique de M. l'Abbé Bouriot, Chanoine de Bazas, connu par son goût & par ses connoissances philosophiques. Je parlerai de la méthode ingénieuse dont M. de Fouchy se servit pour subdiviser en minutes les degrés de son Instrument, dans la *Note X.*

Pour ce qui regarde le premier Quartier à réflexion que M. de Fouchy inventa en 1732, on peut le voir dans le Recueil des Machines de la même Académie, publié par M. Gallon, page 79, tome VI de l'édition in-4°. de Paris, 1735; & dans les Mémoires de Mathématique du Pere Pezenas, rédigés à l'Observatoire de Marseille, imprimés à Avignon en 1755, in-4°. Partie I, page 152. On trouve aussi dans ce dernier Ouvrage la description de quelques autres instrumens, pour prendre des hauteurs sur Mer, particulièrement dans l'article troisième de la même Partie première de ses Mémoires.

N O T E C, pour le n°. 4.

Fernando de Magalhaens, que presque toute l'Europe appelle Magellan, à cause de la difficulté de bien prononcer ce nom Portugais, découvrit, en 1520, le Détroit de l'Amérique méridionale, qui porte encore aujourd'hui son Nom. Il étoit Portugais, & de la même famille de l'Auteur de ce Mémoire, étant frere puîné de Jacques de Magalhaens, son cinquième aïeul, comme il est prouvé par les pieces authentiques & justificatives de cette Famille. Mais ce fut au service du Roi d'Espagne que Fernando de Magalhaens fit la découverte de ce Détroit, après avoir abandonné par choix, comme l'Auteur l'a fait aussi, son pays natal, à cause de quelques désagréments qu'il y essuya de la part des envieux de son mérite. Les Espagnols appellent le même Détroit par le nom de *Magellanes*.

N O T E D, pour le n°. 7.

Il est évident, que si l'on fait tourner le miroir de l'alidade, au lieu de faire tourner les miroirs horizontaux, pour avoir les différentes directions relatives à ces derniers, qui puissent être mesurées par les divisions du limbe, on obtiendra également les mêmes avantages à peu de chose près, qui font l'objet de la construction qu'on va exposer dans ce Mémoire. On a cependant jugé plus à propos de commencer par la construction qu'on vient d'indiquer dans le n°. 7; parce qu'il semble plus aisé d'en saisir les propriétés; & parce que c'est celle que l'Auteur a fait pratiquer dans les premiers instrumens nouveaux, qu'il a fait exécuter à Londres, suivant ses principes. On trouvera néanmoins dans le n°. 255 du Traité qui suit ce Mémoire, dans l'Appendix sur le double Sextant Nouveau à la fin du même Traité, & dans la Note ci-dessous, un détail des avantages, qu'on peut obtenir en

faisant que le miroir de l'alidade puisse être tourné à volonté sur le centre de la même alidade.

Ce fut le 27 Mars 1772, que l'Auteur eut la première idée de cette nouvelle construction. Il en rendit bientôt compte à M. le Chevalier de Bory, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, qui avoit été nommé par la même Académie, pour entretenir avec lui la correspondance : & peu de temps après il en fit part à M. Bernoulli, Astronome Royal de Prusse, qui l'annonça dans le second volume de son *Recueil pour les Astronomes*, imprimé à Berlin dans la même année 1772, où l'on lit, page 309, ces paroles :

« Il y aura un article considérable dans mon troisième volume, exposant d'après M. Magalhaens, une idée fort heureuse, que ce Savant a eue nouvellement, & qui offre de si grands avantages. . . . &c ».

Mais une maladie chronique, que des applications littéraires augmentoient de plus en plus, empêcha cet habile Astronome, si digne du Nom illustre qu'il porte, de publier ce troisième volume, que les Savans attendoient avec empressement. Et l'Auteur n'a pas voulu rendre public le détail de cette invention, avant d'être bien assuré par des instrumens construits, suivant ses principes, par différens Ouvriers, & bien éprouvés, que la pratique en étoit aisée, & s'accordoit parfaitement avec la théorie.

#### N O T E pour le n°. 3.

L'instrument que l'Auteur a présenté à l'Académie Royale des Sciences de Paris, consistoit dans un Octant ordinaire, auquel il avoit fait adapter l'Appareil représenté par la figure 3, dont on parlera dans la Note (Q).

Mais le premier instrument qu'on ait fait tout entier suivant cette nouvelle construction, avoit seulement les deux miroirs marqués *A* & *B* dans la fig. 2 & 3. M. Ramsden, habile Artiste de Londres, l'exécuta parfaitement bien. L'Auteur n'eut que le temps de le montrer à Londres, à M. le Docteur Franklin; car étant à la veille de partir pour la Flandre, il le fit embarquer tout de suite pour la France à laquelle on le destinoit. M. Maskelyne, Astronome Royal, l'avoit également vu chez l'Artiste, entre les mains de l'Auteur; & peut-être l'avoir-il vu plusieurs autres fois, tandis qu'on y travailloit. Cette seule circonstance suffit pour montrer la mauvaise foi des objections faites contre la construction pratique de cet instrument, tandis que l'Auteur étoit absent de Londres.

On envoya cet instrument à Brest, adressé à M. de Briqueville, Capitaine des Vaisseaux du Roi, Officier fort distingué par son mérite, & dont les talens & les connoissances ne sont point du tout équivoques; & il ne manqua pas de remercier l'Auteur, dans la suite par une lettre fort polie, avec les éloges les plus flatteurs sur la bonté de cet instrument.

2. Le même Artiste a fait ensuite plusieurs instrumens de cette même

espèce, dans la forme représentée par la figure 6, dont un fut envoyé l'année suivante au même M. de Briqueville, qui avoit cédé le premier à un de ses amis; & un autre fut employé avec toute satisfaction, à ce qu'on a entendu dire, par le Capitaine Phips, dans son voyage à la Mer du Nord. Dans la suite, l'Auteur fit exécuter plusieurs de ces instrumens par des Artistes qui n'en avoient jamais fait d'aucune sorte; &, malgré cela, ils réussirent aussi bien qu'on pouvoit le desirer. Un Sextant de ces derniers est employé actuellement à bord d'un des vaisseaux du Roi.

## N O T E F, pour le n°. 8.

Je suis bien éloigné de penser que l'accueil favorable, ni même les louanges les mieux méritées & les plus flatteuses, fassent plus d'honneur à ceux qui en sont l'objet, qu'à ceux qui les donnent, lorsqu'il s'agit d'une nouvelle decouverte. L'applaudissement sincere marque un esprit de probité & une ame sensible aux avantages qui en résultent: & en même temps il contribue au bien général par l'encouragement qu'il donne à la poursuite des recherches difficiles. Au lieu qu'une invention est bien plus souvent l'effet du hasard que le fruit du genie; ou tout au plus est-elle l'ouvrage de la patience à travailler attentivement sur un même objet, & à envisager dans une grande variété de circonstances ou sous une multitude de rapports. Tels étoient à peu près les réponses du grand Newton lorsque ses plus intimes amis lui parloient de ses decouvertes, qui peut-être équivalent à tout ce que les autres grands hommes ensemble ont fait.

## N O T E G, pour le n°. 9.

Tout le monde conçoit que l'agraffe à double charniere ne peut pas causer la moindre déviation ou dépression dans le cercle ZP. On en fait usage à présent dans les instrumens les plus délicats, avec tout le succès possible. Il y a aussi des agraffes à coulisse, qui produisent parfaitement bien les mêmes effets.

## N O T E H, pour le n°. 13.

1. Soit  $KnC$  (planche II, fig. 8) le premier plan réfléchissant, c'est-à-dire le miroir de l'alidade qui est mobile: &  $fdg$  le second plan, ou miroir horizontal, pour les observations par devant, qui est moitié étamé & moitié diaphane, & qu'on suppose immobile comme à l'ordinaire. Enfin soit  $h$  l'œil de l'Observateur, qui voit l'image, ou surface réfléchissante du miroir  $KnC$  représentée dans le petit miroir  $fdg$ . Si ces deux miroirs sont parallèles, le rayon incident de l'objet  $a$ , fera l'angle  $anK$ , qui sera égal à l'angle  $hdg$ . Car l'angle  $dnC$  doit être égal à l'angle  $anK$  par la loi invariable, que l'angle de

*réflexion est toujours égal à celui d'incidence.* Les deux angles  $d n C$  &  $n d f$  étant alternes entre les deux parallèles  $k C$  &  $f g$ , sont pareillement égaux : enfin l'angle  $h d g$  est égal à  $n d f$ , parce qu'il est celui de la réflexion du rayon  $n d$ , qui a été déjà réfléchi dans le miroir  $k C$ .

2. Dans ce cas l'objet  $a$  sera vu en  $e$  par un rayon  $h d$ , qui sera parallèle à  $a n$  : car les angles résidus  $a n d$ ,  $n d h$  sur les deux plans réfléchissans  $k C$  &  $f g$ , sont nécessairement égaux. Mais si l'objet  $a$  est à une distance infinie ; c'est-à-dire à une distance telle que la perpendiculaire  $n r$ , entre les rayons parallèles  $a n$ ,  $d h$ , n'ait aucune proportion sensible par rapport à la ligne  $a n$  : pour lors l'image  $e$ , après la double réflexion, tombera précisément sur le même objet  $a$ .

3. On verra donc l'image réfléchie de l'objet  $a$  sur son même objet vu par des rayons directs : ou pour mieux dire, on verra la moitié de l'image réfléchie de l'objet  $a$  sur la moitié étamée du miroir horizontal  $f d g$  ; tandis qu'on voit par des rayons directs (à travers la moitié diaphane du même miroir) l'autre moitié de cet objet ; pourvu 1<sup>o</sup> qu'il soit à une distance infinie à en juger par les sens, & 2<sup>o</sup> que les deux surfaces réfléchissantes, qu'on suppose planes, soient parfaitement parallèles.

4. Il est donc évident que la parfaite *coïncidence* de l'image réfléchie avec le même objet, vu par des rayons directs à une distance infinie, prouve le parallélisme des deux plans réfléchissans, ou miroirs  $k C$  &  $f g$  : de même, que le parallélisme de ces miroirs ne peut pas manquer de donner cette *coïncidence*. Car cette seconde proposition est une conséquence absolue & nécessaire de l'autre ; ou pour mieux dire, n'est que la même proposition énoncée en termes différents.

5. Mais à mesure que le miroir  $K n C$  tournera sur l'axe  $n$ , soit en avant suivant la direction  $m n P$ , soit en arrière suivant la direction  $z n y$ , il y renvoyera successivement sur le point  $d$ , les images des objets dont les rayons incidens sur  $K n C$  feront un angle égal à celui formé par la ligne de réflexion  $d n$  avec ce même miroir, selon la loi invariable, que l'angle d'incidence doit être toujours égal à celui de réflexion.

6. Ainsi si l'on met, par exemple, le miroir  $K n C$  dans la position  $m n P$ , en sorte que l'angle de réflexion  $P n d$  soit de 35 degrés ; il ne pourra envoyer dans le point  $d$ , que l'image de l'objet  $L$ , qui fait un angle pareil d'incidence  $L n m$  du même nombre de degrés. Et si l'on met ce miroir dans la position  $z n y$ , en sorte que l'angle de réflexion  $z n d$  soit de 40 degrés ; il ne renvoyera que l'image de l'objet  $V$ , qui fait un angle pareil  $V n y$  de 40 degrés d'incidence.

7. Il s'agit à présent de démontrer que l'angle entre deux objets quelconques vus par réflexion successivement sur le miroir  $K n C$ , est toujours

jours double de celui formé au centre  $n$ , par les deux positions qu'il faut donner à ce miroir, afin de renvoyer l'image réfléchie du second objet, suivant la ligne de la même réflexion  $nd$ .

8. Par exemple, soit la distance angulaire  $anw$  (fig. 7, Pl. II) entre les deux objets  $aw$ , de 60 degrés : & que la ligne  $nd$  soit celle de la réflexion du miroir de l'alidade sur le miroir horizontal : je dis, que la position requise  $xm$  du miroir de l'alidade pour envoyer l'image de l'objet  $w$  en  $d$ , fera un angle  $xnb$ , ou  $mnc$  de 30 degrés (moitié de l'angle  $anw$ ) avec la première position du même miroir, lorsqu'il envoyoit l'image de l'objet  $a$  dans le même point  $d$ .

9. Pour le prouver, soit l'angle  $and$  (même fig. 7) formé entre le rayon incident  $an$  & le rayon réfléchi  $nd$ , de 20 degrés. Il est évident que l'angle d'incidence  $anb$ , & celui de réflexion  $dnc$  auront alors entre eux le supplément total 160 degrés ; dont chacun aura la moitié, 80 degrés ; car ils doivent être égaux. Or l'angle  $wna$  étant de 60 deg. & l'angle  $and$  étant de 20 degrés, leur somme fait 80 degrés : & leur supplément 100 deg. sera la valeur de la somme de l'angle de son incidence & de celui de sa réflexion. Ainsi il faut tourner le miroir  $bnc$  dans la position  $xm$ , pour que l'angle d'incidence  $wnx$  & l'angle de réflexion  $dnm$ , aient chacun 50 degrés.

10. Mais on vient de voir que l'angle  $anb$  de la première incidence  $an$  étoit de 80 degrés, c'est-à-dire 20 degrés au-delà du second rayon incident  $wn$  (qui fait seulement 60 degrés avec le premier  $an$ ) : il est donc évident que la position  $xm$  du plan réfléchissant, ne doit avancer que 30 degrés au-delà de  $bc$ , pour que l'angle  $wnx$ , & son égal  $dnm$ , soient chacun de 50 degrés : c'est-à-dire, que l'angle formé par la seconde direction du miroir avec la première (pour renvoyer les images de deux objets dans un même endroit  $d$ ) est toujours la moitié de l'angle formé par les rayons incidents de ces deux objets dans le centre, qui fait l'axe de mouvement de ce miroir ; ce qu'il falloit démontrer.

11. On voit donc la raison pour laquelle chaque demi-degré du limbe des instrumens à réflexion, sert à mesurer des arcs d'un degré entier : pourquoi les Octants, dont le limbe ne contient que 45 degrés, servent à mesurer des angles jusqu'à 90 degrés ; & pourquoi les Sextants servent pour mesurer des angles jusqu'à 120 degrés, quoique leur limbe n'ait réellement que 60 degrés.

12. J'appelle l'angle  $ndh$  (fig. 8) égal à  $and$ , angle instrumental, ou angle de l'instrument à l'horison : & l'angle  $dnr$  qui est son complément, angle instrumental du centre : car ils dépendent entièrement de la distance

respective des deux miroirs de l'instrument & de l'angle de la perpendiculaire au rayon de *vision directe* (ou *horizontale*), tirée par le centre du miroir de l'alidade.

13. Lorsqu'on trouve la coincidence des deux images du même objet, (c'est-à-dire, de l'image réfléchie avec son même objet) à une distance infinie, & que l'alidade soit dans le même temps au zéro degré du limbe, on dir que *l'instrument est rectifié pour observer par devant*. Mais si l'objet vu par vision directe n'est pas à une distance infinie, il y aura pour lors un petit angle parallaxique, qu'il faudra corriger dans l'observation, comme on le dira ci-dessous.

14. Si l'on ajoute un second miroir horizontal  $\phi s q$  (fig. 8) pour les observations *par derrière*, qui soit à angle droit avec le miroir  $K n C$  de l'alidade, on verra l'image renversée, de haut en bas, comme il arrive toujours en mettant un miroir dans la situation horizontale; parce que les rayons visuels se croisent de façon que ceux de la partie supérieure la représentent en bas, tandis que ceux de la partie inférieure la représentent en haut; ce qui est connu de tout le monde.

15. Dans ce cas l'objet  $w$ , dont le rayon  $w n$  réfléchit en  $n$  & de là en  $s$ , sortira suivant la direction  $s i$ : de façon que l'œil en  $i$  le verra représenté en  $t$ , ou uni avec l'objet  $t$  dans une position diamétralement opposée, & dans un sens contraire à la vraie situation de l'objet  $w$ . Car soit l'angle d'incidence  $w n k$  de 60 degrés, l'angle  $C n s$  de réflexion lui sera égal. Si vous tirez une ligne  $s q u$  par le point  $s$  de la seconde réflexion, qui soit perpendiculaire à la ligne  $K C$  prolongée jusqu'à  $u$ ; le triangle  $n u s$  étant rectangle par la construction, l'angle  $u s n$  (qui est le complément de l'autre  $s n C$  de 60 deg.) sera de 30 degrés. L'angle  $\phi s i$  de la seconde réflexion (qui est égal à ce dernier) & l'angle opposé  $t s u$ , feront pareillement de 30 degrés chacun.

16. Or puisque l'angle  $w n K$  est de 60 degrés, aussi bien que l'angle  $u n s$ , il s'en suit que l'angle supplémental  $s n w$  est de 60 degrés aussi-bien que son alterne  $n s t$  qui est composé de deux fois 30 degrés: & par conséquent la ligne  $i s t$  est parallèle à la ligne du rayon incident  $w n$ . On verra donc l'image de  $w$  en  $t$ , dans une situation opposée à celle que l'objet  $w$  a réellement; c'est-à-dire, on en verra l'image à l'autre bout opposé du demi-cercle, ou à 180 degrés de son vrai objet: de façon que l'angle  $x n y$ , ou son égal  $x X t$  de 90 degrés observé par derrière, sera réellement mesuré au bout opposé du demi-cercle, c'est-à-dire, par le supplément de l'angle  $x n w$ , ou de l'angle  $L n a$  observé par devant. Enfin si l'on y applique le même argument du n°. 9 ci-dessus de cette Note, on démontrera également que le mouvement angulaire du miroir  $K n C$  pour représenter l'union d'un autre objet  $b$  avec l'objet  $t$  qui se trouvera à la place de l'image  $y$ , diamétralement opposée à son objet  $w$ , ne sera que la moitié de l'angle entre les deux objets  $w$  &  $b$ .

17. Si la distance de l'objet  $t$  (vu en  $y$ ) est sensiblement infinie, c'est-à-dire si la ligne  $nX$ , perpendiculaire entre les deux parallèles  $wy$ ,  $it$ , n'a pas une proportion sensible pour la distance de l'objet  $t$ ; la coïncidence de l'image de  $w$  en  $y$ , qui lui sera diamétralement opposée, avec un objet  $t$ , ne manquera pas d'arriver toutes les fois que le miroir  $KC$  fera exactement à 90 degrés avec le miroir  $\phi sq$ . Lorsque cela a lieu, on dit que l'instrument est *ajusté pour observer par derriere*.

18. Mais si l'objet  $t$  (*fig. 8*) en observant par *derriere*, ou l'objet  $e$  en observant par *devant*, ne sont pas assez éloignés pour rendre insensible la ligne  $nX$  dans le premier cas, ou la ligne  $nr$  dans le second; pour lors le miroir  $KC$  de l'alidade, sera hors de sa perpendicularité au miroir  $\phi q$  en observant par *derriere*, ou de son parallélisme au miroir  $fg$  en observant par *devant*; & il formera un petit angle parallaxique  $VnC$ , qui sera plus ou moins grand, selon la distance de ces mêmes objets.

Dans un cas pareil il faudra avoir soin de corriger toujours cette parallaxe, en l'ajoutant aux angles observés, toutes les fois que l'objet vu par vision directe ne sera pas à une distance bien grande.

19. Pour reconnoître ces petits angles parallaxiques, on fait d'abord les ajustements dont j'ai parlé dans les n°. 13 & 17 de cette Note, par des objets célestes, ou qui sont très-éloignés. Après cela on observe par *devant* la coïncidence de l'objet peu distant, qu'on avoit observé par *vision directe*, avec son image, remettant toujours le centre de l'instrument dans le même endroit, tandis qu'on fait les deux observations: & l'alidade montrera le petit angle parallaxique, qu'on doit corriger en l'ajoutant à l'angle qu'on aura observé; car leur somme sera la valeur de l'angle formé entre les deux objets dans le point, où étoit le centre de l'alidade.

20. Mais lorsqu'on veut observer par *derriere* un angle entre deux objets  $A$  &  $B$  peu éloignés (*fig. 48, Pl. III*); ajustez votre instrument comme à l'ordinaire par des objets célestes, ou très-éloignés: & ayant fait votre observation, voici comme on peut trouver l'angle parallaxique qu'il y faut corriger. Faites une marque ou prenez un objet  $C$ , qui soit opposé à celui que vous avez observé par *vision directe*, & que je suppose avoir été l'objet  $A$ . Observez la coïncidence de  $A$  &  $C$ , ayant soin de mettre le centre du miroir de l'alidade dans le même endroit de la première observation, & de prendre l'objet  $A$  par vision directe. Tournez l'instrument avec le limbe en haut, & le centre en bas, mais avec le centre dans le même endroit qu'auparavant: & observez de nouveau la coïncidence de  $C$  &  $A$ , prenant toujours ce dernier  $A$ , par *vision directe*. Prenez la moitié de la somme de ces deux angles:

& la différence qu'il y aura pour 180 *degrés*, fera la valeur de l'angle parallaxique, qui doit être ajouté à l'angle observé  $A n B$ .

21. Si la marque ou objet  $C$  étoit à une distance égale à celle de l'objet  $A$ , relativement au centre de l'instrument, il n'importe pas lequel des deux objets  $A$  ou  $C$ , est celui qu'on prend par vision directe; pourvu que le centre de l'instrument soit dans le même endroit des deux observations, & que les deux angles soient pris dans un même plan. On peut mettre l'instrument sur une Table, & le tourner horizontalement sur le même point du centre, pour prendre dans les deux observations tout le contour du cercle, ou 360 *degrés*.

22. S'il est possible de voir quelque autre objet  $D$  bien éloigné, pour l'observer du même endroit, où l'on a pris la distance angulaire entre  $A$  &  $B$ , on en prendra l'angle deux fois, savoir entre  $A$  &  $D$ , l'une avec  $A$  par *vision directe*, & l'autre par *réflexion*, mais sans que le centre de l'instrument change de place & seulement en tournant l'instrument sans dessus - dessous. La différence entre ces deux observations, montrera l'angle parallaxique, qu'on ajoutera à l'angle observé entre  $A$  &  $B$ , mesuré de l'endroit où étoit le centre de l'instrument.

23. Enfin si un seul de deux objets n'est pas assez éloigné, il n'y a qu'à prendre l'autre, qui l'est assez, par vision directe, & celui qui est le plus proche par réflexion, soit qu'on observe par *devant* ou par *derrière*; & alors l'angle mesuré n'aura pas besoin de cette correction.

24. De même, si au lieu d'ajuster l'instrument par un objet bien éloigné, on l'ajuste par celui qui doit être observé par vision directe, & qu'alors on observe du même endroit sa distance angulaire entre lui & un autre objet quelconque, il n'y aura non plus aucune correction parallaxique à faire dans les observations par *devant*, ou par *derrière*.

25. On voit par la *fig. 8 planche II*, que les différentes distances sensibles de l'objet  $e$  ou  $z$  doivent être comme les Cotangentes des angles parallaxiques dont je viens de parler dans les n<sup>os</sup>. 13 & 17 de cette Note. Par conséquent, si la perpendiculaire  $nr$ , ou  $nX$ , est connue bien exactement, on pourra aisément reconnoître alors la vraie distance de chacun des objets peu éloignés qui en font la cause. Il ne sera donc pas difficile de faire, suivant ces principes, un instrument qui sera très-simple & pas trop volumineux, propre à mesurer la distance des inaccessibles, qui ne seront pas fort éloignés de l'Observateur. Je donnerai l'idée de cet instrument nouveau dans la Note II ci-dessous.

26. Plus la distance des deux miroirs  $K C$  &  $fg$  sera grande, ou pour mieux dire, plus la ligne  $nr$ , sinus de l'angle instrumental à l'horison,

sera grande, plus les différentes distances des objets éloignés seront sensibles. Car si l'on observe la *fig. 30 planche I*, on verra que plus le cosinus  $en$  de l'angle instrumental au centre  $pne$  sera grand, plus les angles parallaxiques  $bnc$  &  $cnd$ , ou leurs opposés  $nm$ ,  $ma$ , seront sensibles, & par conséquent plus leurs Cotangentes  $ct$ ,  $dh$ , pourront être déterminées avec précision. Voyez le n°. 3 de la Note II ci-dessous.

N O T E J, pour le n°. 15.

1. Il n'est point douteux qu'on peut voir distinctement une image réfléchie par un miroir plan, sous un angle de dix degrés (& même de cinq) d'incidence. Qui pourroit en douter, n'a qu'à en faire l'expérience. Or, si l'on ôte le double de cet angle, c'est-à-dire 20 d. (ou même 10 d.) de 180 degrés de la surface réfléchissante, & qu'on donne seulement 10 degrés à l'angle instrumental, le reste sera de 150 degrés, ou même de 160 degrés, si les angles d'incidence & de réflexion ne font ensemble que 10 degrés. Ainsi il est évident qu'on pourra observer par devant 160 degrés, & même plus, selon ma méthode, pourvu qu'on donne à l'instrument la construction qui sera convenable pour cet effet.

2. La seule différence dans ce dernier cas, sera que les deux réflexions seront faites vers le bord inférieur  $C$  du miroir  $KnC$  (voyez la *fig. 8*) & vers le bord supérieur  $f$  du miroir  $fdg$ , lorsqu'on ajuste ou qu'on rectifie l'instrument. En général, selon que la distance entre les deux miroirs sera plus grande, & que l'angle instrumental à l'horizon dont j'ai parlé dans la Note précédente, sera plus petit (ce qui dépend de la position que l'Artiste donnera aux deux miroirs) mieux on pourra tirer avantage de cette méthode.

N O T E K, pour le n°. 18.

1. Il est de la dernière évidence, que si le miroir horizontal  $B$  est parallèle au miroir  $N$ , non-seulement lorsque l'alidade est à quatre-vingt-dix degrés, ou à cent vingt du limbe; mais aussi lorsqu'on la ramène à zéro du même limbe; & que le miroir  $N$  soit perpendiculaire au plan de l'instrument, comme on le suppose toujours, & comme il est aisé de s'en assurer assez souvent par les méthodes connues de tous les Curieux (voyez les N°. 148 & suivans, & la Note *ee*); alors le mouvement commun des deux miroirs  $B$  &  $A$  ne peut pas manquer d'être fait dans un plan parfaitement parallèle au plan du mouvement du miroir  $N$  de l'alidade, c'est-à-dire à celui de l'instrument: car si ces deux plans n'étoient pas parallèles, leur intersection seroit une ligne droite; & il n'y auroit que deux seules positions éloignées de cent quatre-vingt degrés l'une de l'autre, & non pas de quarante-cinq ou soixante degrés, comme dans le cas en question, où l'on trouveroit la coincidence des deux images.

2. Il est également de la plus grande évidence, que si le miroir  $N$ , (*voyez fig. 4*) est parallèle au miroir  $B$ , en regardant par la pinule  $K$ ; & qu'on les trouve encore parallèles, lorsqu'on regarde par la pinule  $H$ , & que  $B$  est en  $I$ ; pour lors les axes  $A$  &  $N$  du mouvement de ces deux miroirs doivent être aussi parallèles.

3. A présent supposons que les plans de ces deux miroirs parallèles ne sont pas perpendiculaires au plan de l'instrument; mais dans le même temps que la hauteur de la pinule  $K$  soit égale à la hauteur de la partie étamée du miroir  $B$ , comme elle doit l'être; & que l'Observateur ait soin de voir l'image de l'objet réfléchi dans le miroir  $N$  à une hauteur égale, soit en la prenant près de la ligne qui sépare la partie étamée de ce miroir de l'autre partie qui est noircie, soit qu'il ait fait exprès une marque sur cette surface, pour se guider dans son observation, ce que tout Observateur curieux doit avoir soin de prévenir. Dans ce cas, dis-je, il ne sera pas possible de voir la parfaite coïncidence des deux images, une par vision directe, & l'autre par des rayons réfléchis sur les deux miroirs.

4. Car il y aura quatre points fixes  $KBN G$  qui sont également distans, selon la supposition, du plan de l'instrument, par trois desquels doit passer à la fois le plan de vision directe & de vision réfléchi: & comme les plans réfléchissans sont inclinés (par la supposition) au plan de l'instrument, les rayons qui seront réfléchis dans les deux miroirs  $NB$  à des hauteurs égales du plan de l'instrument, feront un angle double de l'inclinaison de ces plans avec celui qui est perpendiculaire à leurs axes, comme tout le monde le conçoit; & par conséquent ils ne pourront pas tomber dans le troisième point de la pinule  $G$  également distant; mais si, par un défaut d'exactitude de l'Observateur, il y trouvoit la coïncidence, il ne manqueroit pas de voir double ce défaut d'exactitude, lorsqu'il regarderoit par la pinule  $K$ , qui est du moins deux fois plus éloignée de  $B$ , que  $G$  ne l'est de  $I$ .

5. On sera donc forcé d'avouer, que cette nouvelle construction des Octans & Sextans à réflexion, porte avec elle-même la rectification de l'instrument, non-seulement à l'égard de la perpendicularité des deux axes (de l'alidade & des miroirs horizontaux), mais aussi à l'égard de la perpendicularité de ces miroirs au plan de l'instrument, pourvu que l'Observateur veuille y prêter l'attention nécessaire pour bien faire ces observations.

N O T E L, pour le n°. 21.

Comme j'ai cru que mon invention étoit considérablement supérieure à celle de M. Dollond par les raisons que j'ai données dans les n°. 22 & 23 de ce Mémoire, je n'ai pas manqué de lui en parler le même jour,

que je l'avois imaginée, qui fut le 27 Mars 1772. Je lui dis ce que je pensois sur l'avantage de mes principes; & j'ajoutai que s'il croyoit que la publication de mes idées sur cet objet lui causât quelque préjudice, à cause de la dépense qu'il avoit faite pour obtenir son privilège (ce qui ordinairement monte à près de cent guinées), je lui offrois mon invention sans aucun autre intérêt que le plaisir de le voir uni avec son beau-frère, pour l'entreprise de la Manufacture de ces instrumens: cette circonstance étant la seule condition que j'exigeois de lui, s'il acceptoit mon offre. M. Dollond me remercia poliment de cette attention: & peu de jours après il me dit y avoir pensé; mais qu'il avoit des raisons pour ne pas se prévaloir de mon offre obligeante. C'est un fait dont j'ai cru nécessaire d'instruire le Lecteur, pour qu'il sache que je ne publie point cette invention, dans la vue de faire tort à qui que ce soit.

N O T E M, pour le n°. 23.

Quelqu'un eut l'imprudence de dire que ma nouvelle construction étoit à peu près la même chose que celle de M. Dollond, dont j'ai parlé dans le n°. 21 de ce Mémoire. Il faut avoir une envie bien extraordinaire de chicaner, pour trouver des identités pareilles. Je m'en rapporte sur ce sujet, au jugement du Public.

N O T E N, pour le n°. 26.

On a fait une objection des plus extraordinaires contre la solution de ce Problème. On dit que les Observateurs ne peuvent répondre qu'à une minute près, de l'exactitude de chaque observation avec les Octants & Sextants marins; mais je suis persuadé que les bons Marins sont convaincus du contraire. Alors, par une supposition gratuite, on veut que toutes ces méprises tombent d'un côté, sans qu'il y ait la moindre compensation; & de-là on conclut avec une mauvaise foi évidente, qu'il peut y avoir une méprise totale de seize minutes dans la résolution de ce Problème, à cause d'autant d'observations qui sont requises pour vérifier un Octant. Cette logique n'est pas recevable, puisqu'elle est fondée uniquement sur une fausseté. Car, selon la solution du Problème, n°. 24, on doit diviser la somme des erreurs qu'on trouvera au bout de toutes les opérations, par huit dans les Octants; & le quotient sera l'erreur de division. Or, le quotient de seize par huit n'est que deux, & non pas seize; & ce n'est ni plus ni moins que la même quantité, que cet Observateur doit avoir dans chaque observation qu'il fera, même sans résoudre ce Problème; car, par l'assertion on suppose que l'Observateur peut se méprendre d'une minute, chaque fois qu'il observe: ainsi, une minute d'erreur, lorsqu'il ajustera son instrument, & une minute lorsqu'il observera quelque angle, font les deux mêmes minutes qu'il auroit trouvées par sa maladresse à résoudre le Problème.

## N O T E O, pour le n°. 28.

1. Je conserve l'ancien nom de *Nonius* à cette piece, que Messieurs les Petits-Maîtres de la Littérature instrumentale commencerent à appeller *Vernier* depuis peu d'années, avec un succès pareil à celui des coëffures de femme qui, malgré tout le ridicule d'une nouveauté inutile & gênante, ne manquent pas d'être imitées dans la suite par quelques femmes de bon sens, de peur d'être marquées au coin du mauvais goût.

2. C'est avec une vraie joie que je recommande à ces Messieurs un autre nom bien plus joli pour la même piece, savoir celui de *Clavius*. La prononciation en est si agréable, qu'il ne manquera pas de faire fortune parmi tous les Astronomes & *Instrumentistes* du bon ton.

3. Mon garant pour cette nouveauté, est le Pere Pezenas, dans le chapitre III, page 83 de son *Astronomie des Marins*, imprimée à Avignon en 1766, in-8°. où il observe que son confrere le Pere Clavius avoit déjà parlé de cette division du *Nonius*, vingt ans avant Pierre Vernier. Il est remarquable que le même Auteur conserve, après cette anecdote, le même nom de *Nonius*. C'est apparemment qu'il n'a pas plus de bon goût que moi. J'en suis bien fâché pour tous les deux.

## N O T E P, pour le n°. 30.

1. Supposons que le miroir horizontal *A*, au lieu d'être tourné jusqu'à la position qu'il doit avoir, moyennant la coincidence de l'image réfléchie avec son objet, suivant ma méthode, fût simplement tourné dans son centre, moyennant un index, ou queue, qui tiendrait à l'axe de son mouvement, & qu'il tournât sur un arc de 90 degrés, qu'on y auroit tracé pour cet effet: je dis que si le vrai centre du mouvement de la queue de ce miroir horizontal ne coincide pas exactement avec le point du vrai centre dont on a tracé l'arc de 90 degrés, pour le porter d'une extrémité de cet arc à l'autre extrémité dans son ajustement, toute l'erreur de cette excentricité fera changer la valeur réelle de cet arc; de façon que si la longueur de cette queue n'est que de quatre pouces, un seul centieme de pouce dans l'excentricité de son axe produira une erreur de treize minutes & demie dans son angle qui vaudront 27 minutes dans l'observation.

2. En voici le calcul ordinaire pour ceux qui ne connoissent pas celui des logarithmes. Si le diametre est de huit pouces, la périphérie aura 25,14285714 pouces, suivant la proportion de 7 pour 22: la quatrieme partie de cette périphérie sera 6,285714285 pouces: & si le rayon est de 4,01 pouces, la circonférence sera de 25,20571428 pouces, dont la quatrieme partie est 6,301428571 pouces; la différence

de

de ces deux quarts de cercle est ,015714286 de pouce : or la minute n'occupe dans le premier cas que ,00116402 de pouce : ainsi , en divisant la différence ,015714286 par cette valeur ,00116402 , on trouvera 13,5 minutes : qui étant doubles par la propriété de l'instrument ( note H, n°. 11 ci-dessus ) monteront à 27 minutes en chaque observation. Se trouveroit-il quelqu'un qui puisse répondre de la coïncidence du centre du mouvement du miroir horizontal à un centième de pouce près , avec le vrai centre de l'arc de quatrevingt-dix degrés , que l'Artiste doit marquer dans le plan de son instrument ?

N O T E Q, pour le n°. 32.

J'ai fait faire chez un des meilleurs Artistes de Londres un appareil ou machine , comme celle représentée par la (fig. 3, pl. I) & je l'ai ajouté à un Octant ordinaire , pour résoudre les Problèmes de ce Mémoire. Il a si bien réussi , que c'est d'après cet instrument que les Commissaires de l'Académie Royale des Sciences de Paris ont rendu le jugement dont j'ai parlé au commencement de ce Mémoire , n°. 8. Ce même appareil se trouve actuellement dans le Cabinet des Instrumens de Mathématique & de Physique expérimentale de l'Université de Louvain , dont est Directeur M. l'Abbé Thisbaert, Professeur de la même Université , fort distingué par ses talens , actuellement Doyen du Chapitre de Saint Jacques , & Recteur du College Royal de Louvain. Je suis bien persuadé que ce Savant saura tirer avantage de cet instrument , étant fort habile lui-même , & sachant unir très adroitement les connoissances théoriques avec la pratique.

N O T E R, pour le n°. 34.

Lorsque j'avance qu'on résout ce Problème par une simple opération , cela est relatif au Problème II , qui en effet en contient deux. On ne peut pas accuser cette expression de fausseté , à cause des différentes actions qu'elle renferme , si l'on a quelque connoissance de la propriété des termes. Une action & une opération simple sont deux expressions tout-à-fait différentes. La dernière peut avoir plusieurs des premières , sans rien perdre de sa simplicité. Par exemple , une opération arithmétique renferme plusieurs actions physiques & intellectuelles ; & cependant elle n'est qu'une seule opération.

N O T E S, pour le n°. 38.

Une personne a prétendu s'approprier le Sextant de la figure 6 , comme de son invention , après que je lui eus communiqué & expli-

qué les principes de ma construction. Comme il avoue la communication antérieure que je lui en ai faite, je regarde sa prétention comme une preuve de l'excellence de ma nouvelle construction : d'autant plus que chacun voit que celle de cet instrument ne diffère en rien essentiellement de celles exprimées par les *figures 4 & 5* : & que s'il y a une différence, c'est seulement dans la position de l'axe des miroirs horizontaux, qui est tant soit peu plus du côté intérieur de l'instrument. Ainsi il me paroît inutile d'en dire davantage sur ce sujet que le Public est en état de juger.

N O T E T, pour le n°. 43.

1. Supposons que l'arc du Sextant soit réellement de 59 degrés, au lieu de 60 ; dans ce cas, en y observant un angle qu'on suppose de 120 degrés on n'aura en effet pris qu'un angle de 118 degrés. Nommons ceux-ci *angles réels*, & les autres *angles supposés*. On voit par le Problème VII, que pour avoir la coïncidence de deux objets opposés de 180 degrés *réels*, il faut mettre l'alidade à 60 degrés du limbe de ces Sextants ; car on a déjà les 120 degrés dans l'angle formé par les deux miroirs *AB*. Mais, dans le cas présent, nous avons seulement cent dix-huit degrés *réels* entre ces miroirs. Ainsi il faudra mener l'alidade à 62 degrés *réels*, au lieu de 60, selon ce Problème. Or les degrés de ce limbe ayant une minute de moins chacun, il est clair que pour avoir 62 degrés *réels* dans ce limbe, il faut prendre 63 degrés *supposés* & deux minutes.

2. A présent on vient d'observer, suivant ce Problème, un angle de 120 degrés *supposés*, qui vaut seulement 118° *réels*. Pour trouver cet angle, en observant par derrière, il faut mener l'alidade autant de degrés *réels* au-delà de l'endroit du limbe où elle seroit à 180 degrés *réels*, comme est le supplément de ces cent dix-huit degrés : d'ailleurs on sait que l'ordre des chiffres pour les observations par derrière, est rétrograde de celui qui sert pour les observations par devant. Or, le supplément de 118 degrés *réels* est 62 degrés *réels*, qui, par la supposition du défaut de la division du limbe, y correspondent à 63 degrés *supposés* & deux minutes. Ainsi il faudra mettre l'alidade à deux fois 63 degrés *supposés* & deux minutes du limbe : les premiers pour avoir le miroir de l'alidade à 180° en observant par derrière : & les seconds pour trouver le même angle qu'on a observé par devant : c'est-à-dire il faudra amener l'alidade à 126 degrés *supposés* & quatre minutes au-delà du zéro dans le rang supérieur des chiffres, pour trouver l'angle de cent dix-huit degrés qu'on avoit observé par devant, croyant qu'il étoit de cent vingt degrés ; mais on voit par la disposition des chiffres dans les deux rangs qui y sont gravés, que les cent vingt-six degrés quatre minutes du rang supérieur correspondent à cent treize degrés 56 minutes du rang inférieur.

3. Il est donc évident, qu'en observant par devant & par derrière, un

angle qui est marqué 120 degrés *supposés* sur un limbe , mais qui en effet n'est que de 59 degrés au lieu de 60 degrés de longueur ; on trouvera une différence à-peu-près six fois plus grande que l'erreur réelle du limbe ; & la même chose arrivera lorsque l'erreur est en plus ; car si l'on suppose que les soixante degrés du limbe valent réellement soixante-un degrés , on trouvera également par un raisonnement pareil , que la coïncidence des deux images dans l'observation par derrière , ne se fera qu'au cent quatorzième degré quatre minutes du rang supérieur des divisions ; ce qui correspond au cent vingt-cinquième degré cinquante-six minutes du rang inférieur.

4. Lors même qu'il n'y auroit aucune erreur dans la longueur de l'axe de l'instrument , mais qu'il y auroit une méprise dans la position des nombres , mettant , par exemple , cent vingt-un au lieu de cent vingt degrés &c. ou que l'Observateur se méprendroit d'ailleurs dans l'ajustement ou rectification préparatoire de l'instrument , en prenant un degré de plus ou de moins qu'il ne lui en faudroit : dans ce cas même , il trouveroit sa méprise , en faisant cette épreuve , comme on peut le voir par soi-même ; car on trouvera alors une quantité double de la méprise réelle qu'on aura faite.

5. La raison de cette variété procède de ce que les deux angles observés par devant & par derrière , sont pris aux extrémités opposées du demi-cerle , comme il paroît par le n°. 16. de la Note H. Ainsi , chaque méprise en plus ou en moins , doit donner deux surplus ou deux défauts dans la partie supérieure , où les bouts de ces angles se croisent ; ce qui arrive dans le cas qu'on vient de considérer. Mais lorsqu'il y a quelque erreur dans la vraie grandeur de l'arc de l'instrument , elle devient double , parce que les degrés du limbe valent pour deux degrés chacun : elle devient quadruple , à cause de la méprise dans la numération mentionnée de ce dernier cas ; & outre cela , elle devient encore presque deux fois plus grande , à cause de l'augmentation ou diminution qu'elle cause dans les deux rangs de chiffres , qui effectivement marquent les degrés plus ou moins grands qu'ils ne sont.

N O T E U ,      pour les n°. 48 & 365.

Supposons que l'angle  $\phi \lambda \theta$  (voyez fig. 4. pl. I) occupé par le miroir *B* soit de 20 degrés ; & que l'angle  $\theta \phi \lambda$  occupé par le corps du petit miroir *A* soit aussi de 20 degrés : ces deux angles avec celui d'incidence feront la somme de 60 ° : leur supplément pour 180 sera 120 ° : & ce seront les angles qu'on pourra observer avec le Sextant dans cette disposition , en comptant le 0 degré sur le 120 degré du limbe , & ainsi de suite dans l'ordre rétrograde des chiffres du rang supérieur , qui y sont gravés. Voyez le n°. 368.

Des instrumens pareils à ceux des figures 1 , 2 , 4 , & même ceux de la figure 5 , pourront être employés de la sorte ; mais peut-être

L'Observateur ne trouvera t'il pas cette position de l'instrument aussi aisée que celle des observations ordinaires.

Je donne dans l'Appendix de ce Traité la description d'un instrument, où je combine la manière ordinaire des observations par *devant* avec celles-ci, sans avoir besoin de tourner ou renverser l'instrument.

Cette méthode a l'avantage d'épargner la rectification préparatoire du n°. 180 & suivans : ce qui fait réduire de moitié les défauts de l'Observateur : car en prenant le même angle deux fois, c'est-à-dire, d'un côté & de l'autre du vrai *zero* de l'instrument, on connoit sur quel degré il tombe, sans observer la coincidence de l'image avec son objet. On a alors deux observations du même angle dont on prend la moyenne, & on évite les défauts qui pourroient se glisser dans l'ajustement préparatoire du n°. 180 & suivans. Voyez le n°. 365 & suiv.

N O T E V. pour les nos 164 & 165.

1. Il n'est pas aisé de trouver une situation aussi avantageuse que doit être celle que cette opération demande. Il y a peut-être des Provinces entières où l'on chercheroit en vain un pareil endroit pour bien rectifier l'instrument. Ainsi il vaudra infiniment mieux y suppléer par art, en choisissant une plaine où l'on placera des piquets autant éloignés qu'on pourra, qui formeront comme un demi-cercle autour de l'endroit qu'on aura choisi pour en observer les angles.

2. Car on verra par la *Note H.* & particulièrement par le n°. 24 de la même Note, qu'en ajustant le miroir horizontal par l'objet qu'on prendra par vision directe dans quelque observation par *devant* ou par *derrière*, on ne manquera pas de mesurer les distances angulaires avec précision. Or si l'on met chaque piquet à quelque distance de l'endroit où l'on posera le centre de l'instrument, il n'y aura d'autre peine que de faire un seul ajustement, qui servira pour prendre chacun des autres angles ; dans ce cas on les comparera tous successivement avec le premier, ce qui sera le plus aisé à faire.

3. Mais si l'on veut s'épargner encore la peine d'aller examiner l'instrument dans une plaine, & d'y poser ce nombre de piquets ; il suffira de faire cette opération dans une grande enceinte, ou emplacement d'édifices. On ajustera l'instrument par l'objet de vision directe, auquel on voudra rapporter les autres objets par réflexion, ayant l'instrument avec le centre immobile sur une table : autrement s'il faudra le changer de place, on prendra un autre objet de vision directe ; il sera alors nécessaire de répéter l'ajustement.

4. Lorsque vous aurez reconnu tous les angles qu'on peut observer par *devant*, mettez votre instrument à *zero* degré : prenez un objet par

vision directe dans le miroir *A* des observations par *derriere* : & voyez quel est l'objet par réflexion qui coïncide avec lui ; tournez l'instrument sens-sus-dessous , avec la partie postérieure en haut & les miroirs en bas : mais conservant toujours le centre de l'alidade dans le même endroit , & le plan de l'instrument étant dans le même plan qu'auparavant. Cherchez la coïncidence de ces deux objets opposés , en mouvant l'alidade. La moitié de l'arc marqué dans le limbe (entre cette observation & la première) vous donnera la quantité parallaxique résultante du peu de distance de l'objet de vision directe, comme on l'a dit dans le n°. 20 & suiv. de la *Note H*.

5. Ainsi vous n'avez qu'à mettre l'alidade à la moitié de cette différence , & l'objet que vous verrez par réflexion en coïncidence avec le premier , lui sera diametralement opposé en ligne droite laquelle passera par le centre de l'instrument. A-présent vous n'aurez qu'à examiner en observant par *derriere* les angles donnés par les divisions de votre limbe entre chaque objet , que vous continuerez de prendre jusqu'à rencontrer celui qui étoit à 90 degrés en observant par *devant* , qui doit se trouver au même angle dans les deux observations ( n°. 52 ) si le limbe est bien divisé , & que l'Observateur ne manque pas de s'y prendre adroitement , sans changer aucunement la position du centre de son instrument.

6. Lorsque vous aurez formé une Table des angles donnés par votre instrument à réflexion entre ces objets , vous n'aurez qu'à prendre ces mêmes angles avec un bon *Théodolite* , ou avec un bon Quart-de-cercle , qui ne soit pas à réflexion , dont le centre soit posé précisément dans le même endroit où avoit été le centre de l'Octant ou Sextant à réflexion. A mesure que vous observerez de nouveau les mêmes angles , vous mettrez la différence que vous y trouverez dans la liste des premières observations vis-à-vis de chacune : & cela vous donnera la vraie valeur pour chaque division de votre Octant ou Sextant.

7. On voit bien que par cette méthode un instrument quelconque à réflexion même quand il seroit très-mal divisé , & qu'il auroit de fort mauvais miroirs , peut être d'un aussi bon service , & aussi utile dans la pratique avec un peu d'industrie & de patience , que s'il étoit le plus parfait.

8. A-présent si l'on demande comment s'assurer de la bonté du *Théodolite* , ou du Quart de-cercle qui doit être employé pour déterminer la vraie valeur ci-dessus , je ne m'arrêterai pas ici à donner les méthodes que les Auteurs indiquent pour cela , & qu'il faudra consulter dans un cas pareil ; je dirai seulement que les essais de pratique sont toujours les plus sûrs. Si l'on prend les trois angles à peu près de 60° chacun , formés par trois objets bien distincts & terminés , assez distants

l'un de l'autre ; & qu'on trouve leur somme égale à deux angles droits , on pourra juger que l'arc de  $60^{\circ}$  de l'instrument est exact. Mais pour les autres divisions il faudroit mesurer en toises une grande base sur quelque plaine ; & connoître la distance perpendiculaire de l'instrument à cette base. Cette mesure & le calcul des angles entre les points ou marques de cette base , ne sont pas des opérations bien difficiles , ni qui demandent les efforts d'un génie au-dessus du commun.

N O T E W, pour les nos 76 & 79.

1. Les divisions du *Nonius* sont pratiquées en différentes manieres , selon que les circonstances le demandent. Lorsqu'on veut avoir l'ordre des nombres de la droite à la gauche , comme il arrive dans les instruments à réflexion , qui ont les chiffres du limbe dans cet ordre , on les dispose comme on l'a expliqué dans le n<sup>o</sup>. 76 & suivans : & alors les nombres du *Nonius* paroissent , comme il suit :

20. 15. 10. 5. 0.

Mais les Artistes arrangent souvent ces nombres dans une espece de bigarrure symétrique , quoiqu'embarrassante pour les Marins nouveaux , comme il suit :

10. 5. 0. 15. 10.

2. Ceux-ci sont généralement les nombres usités dans les instruments d'un rayon assez grand , dont chaque degré du limbe est subdivisé en 3 parties , de 20' chacune. Si chaque degré étoit seulement divisé en deux moitiés , alors les nombres du *Nonius* iroient jusqu'à 30 pour avoir des minutes. Et si les degrés du limbe n'étoient pas subdivisés du tout , alors le *Nonius* devoit aller jusqu'à 60 pour des minutes.

3. Si l'on veut que les nombres du *Nonius* aillent dans le sens contraire de l'ordre des nombres du limbe : par exemple si les degrés du limbe alloient à la gauche comme il arrive dans les instrumens en question & qu'on voulût avoir ceux du *Nonius* allant à la droite , alors on feroit les 20 divisions du *Nonius* égales à 21 du limbe : & elles paroîtroient comme il suit.

0. 5. 10. 15. 20.

ou

10. 15. 0. 5. 10.

4. Mais quelle que soit la forme ou l'arrangement des nombres du *Nonius* , il n'est pas aisé de s'y méprendre , lorsqu'on prend garde à l'ordre que les nombres suivent relativement à son zero.

5. Cependant lorsqu'on observe par derriere , & qu'il n'y a pas un

second rang de nombres, destinés comme dans la *fig. 12* pour ces observations; alors on prend l'ordre de ces nombres à rebours de ceux gravés pour les observations de devant: c'est-à-dire qu'on prend dans un cas pareil, la différence du nombre marqué pour le total de la valeur du *Nonius*. Si le *Nonius* est par exemple de 10', & qu'on y trouve marquée la minute huitieme, il faudra compter 12 minutes lorsqu'on observe par derriere.

6. Cependant la méthode la moins exposée à des méprises, est de compter les *degrés & minutes*, lorsqu'on observe par derriere, comme si c'étoit une observation par devant: & en deduisant cette somme de 180 *degrés*, le supplement qui reste, sera la valeur de l'angle observé. Par exemple, supposons qu'en observant par derriere, on trouve l'alidade avec le *zero* de son *Nonius* un peu au-delà de la premiere division (tiers de degré) après le degré 36 du limbe, & qu'en examinant la coincidence entre les divisions du *Nonius* & celles du limbe, on la trouve dans la 17<sup>me</sup> division du *Nonius*, dans ce cas, l'angle donné par l'instrument seroit 36 *degrés & 37 minutes*, s'il étoit observé par devant, selon le n<sup>o</sup>. 78 de ce Traité. Mais cette observation étant faite par derriere, alors sa valeur ne sera que le supplement de cet angle pour 180 *degrés*: ainsi en ôtant 36 *degrés 37 minutes* de 180 *degrés*, le reste 143 *degrés 23 minutes* sera la valeur de l'angle donné par l'instrument.

7. Supposons à présent que les *degrés* du limbe soient divisés en moitiés; & qu'observant un angle par derriere, on trouve le *zero* du *nonius* de l'alidade un peu au-delà de la premiere moitié après le degré 54 du limbe, enforte que la coincidence des divisions du *Nonius* avec celles du limbe, se trouve à la 22<sup>me</sup> du même *Nonius*; dans ce cas, l'angle montré par l'instrument seroit 54 *degrés 52 minutes*, selon le n<sup>o</sup>. 78 en cas qu'on eut observé par devant. Mais cet angle étant observé par derriere, son supplement pour 180 *degrés*, savoir 125 *degrés 8 minutes* sera l'angle réellement montré par l'instrument. De même 21° 18' observant par devant, valent 158° 42' lorsque l'observation est faite par derriere. 1° 43' par devant, valent 178° 17' par derriere, &c.

8. Mais on doit compter différemment lorsqu'on veut faire usage des divisions de l'arc d'excès, c'est-à-dire qui sont au-delà du *zero degré* du limbe, vers l'extrémité *M*, *fig. 10*; car on doit compter à rebours ce que le *Nonius* exprime, quoiqu'on observe par devant: par exemple, lorsque le *zero* du *Nonius* ordinaire est avant le 0° du limbe vers *M*, & qu'on trouve sa 15<sup>me</sup> division en coincidence avec celle du limbe, cela ne vaut que 5 minutes, si le *Nonius* est de 20 divisions; ou 15 minutes, si le *Nonius* étoit de 30 minutes. Lorsque la coincidence se fait à la 4<sup>me</sup> division du *Nonius*, & que le *zero* se trouve avant la 3<sup>me</sup> division d'un limbe ordinaire vers *M*, cela vaut 56': & si le *zero* du *Nonius* se trouve

après le premier degré du limbe en comptant vers *M*, & que la coincidence tombe dans la 8<sup>me</sup> division du Nonius, on compte alors 1 degré 12 minutes, &c.

9. Enfin c'est en comptant à rebours les divisions du Nonius, c'est-à-dire en prenant le supplément du nombre de la coincidence qu'il exprime, à son nombre total, qu'on connoît la valeur des minutes, toutes les fois qu'on en fait usage dans un sens opposé à celui dans lequel il est appliqué à l'instrument, comme on vient de le voir; car 5' est le complément de 15' pour les 20' qui est la valeur totale du Nonius; dans le second cas, 16' est le complément de 4' pour la même valeur, qui joints aux deux tiers de degré (à 40') font 56' &c.

10. Je n'ai parlé que des Nonius qui marquent des minutes entières; parce qu'ils sont ceux qu'on employe communément dans ces instrumens. Cependant on en fait quelquefois, qui marquent plus de minutes à la fois, ou seulement un certain nombre de secondes pour chaque division. Voici la règle générale pour connoître la valeur de chaque division d'un Nonius quelconque. Examinez quelle est la valeur de chacune des divisions, ou subdivisions du limbe, sur lesquelles rase le Nonius: divisez la quantité de minutes, ou de secondes de cette valeur, par le nombre des divisions de ce Nonius, & le quotient vous montrera ce que vaut chacune des divisions du Nonius: supposons que chaque division du limbe vaut 30', & que le Nonius a 15 divisions, le quotient 2 vous montre que chacune vaudra 2': si le Nonius a 10 divisions, chacune vaut 3': s'il a 6 divisions, chacune vaut 5' &c. Au contraire si chaque degré du limbe est divisé en 5 parties, chacune vaudra 12', ou 720". Ainsi lorsque le Nonius aura 24 divisions, chacune vaudra 30" parce que 720" divisé par 24 donne 30" (un demi degré) dans le quotient. S'il a 36 divisions, chacune vaut 20". S'il a 48 divisions, chacune vaudra 15" &c.

11. Mais lorsque les divisions du Nonius servent à subdiviser un espace fort petit dans un grand nombre de parties, il est fort difficile de l'exécuter en sorte qu'il n'y ait pas plus d'une division qui coïncide à la fois avec celles du limbe: ce qui rend douteux le nombre qu'on doit compter, & qui en effet est un grand défaut. Car toute la perfection & la bonté d'un Nonius consistent à marquer bien distinctement une seule coincidence de ses divisions avec une autre du limbe, à moins que son zero ne tombe pas sur quelqu'une des divisions du limbe; parce que dans ce cas il y aura aussi une autre coincidence à l'autre extrémité du nonius: ce qui fait voir que l'angle mesuré par l'alidade contient en nombres entiers les degrés ou les minutes marqués sur le limbe.

N O T E X, pour le n°. 2, ou partie de la Note B.

1. La subdivision que M. de Fouchy a appliquée à son Octant marin, est décrite dans les Mémoires de l'Acad. Royale des Sciences de Paris pour 1740 pag. 480. Elle mérite d'être mise plus à la portée de la connoissance des Marins & de plusieurs autres Observateurs, qui n'ont pas la facilité de consulter cette collection; car on peut l'employer fort avantageusement dans plusieurs instrumens. En voici la substance.

2. Soit une éguille placée sur l'alidade  $RV$  depuis  $W$  (fig. 46, pl. III) jusqu'à  $n$ , & qui soit mobile sur le centre  $W$ . La figure représente cette alidade raccourcie, aussi bien que l'éguille  $Vn$ . Cette éguille a une ouverture ronde avec un cheveu tendu dans le milieu, qui coupe l'arc des divisions du limbe. Il y a un pèssort en  $x$ , qui la pousse vers une vis  $z$ : on pourra même y ajouter une loupe fixe sur l'éguille, vis-à-vis le cheveu, pour mieux distinguer la division du limbe, & pour éviter la parallaxe visuelle. L'espace que la pointe  $n$  parcourt, tandis que le cheveu tendu passe d'une division à l'autre dans le limbe, est divisé en 20 parties, dont chacune est presque aussi grande que le tiers entier de chaque degré, car la pointe de l'éguille est éloignée des divisions du limbe 20 fois plus que son centre de mouvement.

3. Lorsqu'on fera l'ajustement de l'instrument, on mettra la pointe  $n$  de l'éguille sur le zero de son petit arc  $an$ , moyennant la vis  $z$ : dans cet état le cheveu de l'éguille doit correspondre au 0° du limbe. Après avoir fait quelque observation, on regardera si le cheveu tendu sur les divisions, en couvre exactement quelqu'une. S'il y tombe réellement, le nombre indiqué dans le limbe fera l'angle observé. Mais si le cheveu en est à quelque distance, on tournera la vis  $z$  jusqu'à ce qu'il tombe exactement sur la division précédente: & alors la pointe  $n$  de l'éguille indiquera les *minutes*, qu'il faut ajouter de plus, pour avoir la valeur de l'angle observé.

4. L'erreur de cette subdivision ne peut pas aller à une seconde dans les instrumens ordinaires, selon le calcul que M. Jaurat de l'Académie Royale des Sciences m'a communiqué là-dessus, & que voici. Soit dans la figure 28 planche I,

|   |           |   |                                 |
|---|-----------|---|---------------------------------|
| La longueur de l'alidade $ac$ , ou $ac = 25,000$  | } on aura | { | $bc = 1,011$                    |
| L'index de la subdivision $bd$ , ou $bf = 20,000$ |           |   | $ga = 24,999$                   |
| La distance $bc$ ..... = 1,000                    |           |   | $ge = 0,145$                    |
| Alors $ba$ fera..... = 26,000                     |           |   | $cg = 0,001$                    |
| On suppose l'arc $ce$ de 20 minutes.....          |           |   | $bg = 1,001$                    |
|   |           |   | L'angle $fb d$ fera = 8° 16' 2" |

A présent si l'on divise l'arc  $fd$  en 20 parties égales, chaque rayon tiré de  $b$  aux points de ces divisions, coupera dans l'arc  $ce$ , les portions qu'on voit exprimées dans la Table suivante.

| Nomb. des parties de l'arc <i>df.</i> | Nomb. des parties de l'arc <i>ce.</i> | Différences. | Nomb. des parties de l'arc <i>fd.</i> | Nomb. des parties de l'arc <i>ce.</i> | Différences. |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 1                                     | 0'. 59", 5                            | 59"          | 11                                    | 10'. 56", 2                           | 59", 9       |
| 2                                     | 1. 59, 0                              | 59, 6        | 12                                    | 11. 56, 1                             | 59, 9        |
| 3                                     | 2. 58, 6                              | 59, 6        | 13                                    | 12. 56, 1                             | 60, 0        |
| 4                                     | 3. 58, 2                              | 59, 6        | 14                                    | 13. 56, 3                             | 60, 2        |
| 5                                     | 4. 57, 8                              | 59, 6        | 15                                    | 14. 56, 6                             | 60, 3        |
| 6                                     | 5. 57, 4                              | 59, 6        | 16                                    | 15. 57, 0                             | 60, 4        |
| 7                                     | 6. 57, 1                              | 59, 7        | 17                                    | 16. 57, 4                             | 60, 6        |
| 8                                     | 7. 56, 8                              | 59, 7        | 18                                    | 07. 58, 3                             | 60, 7        |
| 9                                     | 8. 56, 5                              | 59, 7        | 19                                    | 18. 59, 1                             | 60, 8        |
| 10                                    | 9. 56, 3                              | 59, 8        | 20                                    | 20. 0, 0                              | 60, 9        |

## N O T E Y, pour le n°. 120, page 35.

Je donnerai ici les dimensions d'une lunette, que j'ai employée dans un de mes Sextants nouveaux, qui produit un excellent effet. L'objectif est achromatique à double verre. Son foyer est d'environ 3 pouces & demi; mesure de France. Son ouverture, est de 5 lignes. Le tuyau des oculaires qui renverse les objets, contient deux verres; le premier qui est du côté de l'objectif, est convexo-convexe, & il a 16 lignes de foyer. Le second oculaire, qui est le plus proche de l'œil de l'Observateur n'a que 9 lignes de foyer, il est plan-convexe, avec la surface plane du côté de l'œil. La distance entre ces deux oculaires est de 12 lignes & demie: & la longueur totale de cette lunette, lorsqu'on l'emploie avec les oculaires convexes n'est que d'environ 4 pouces & demi. Dans cette disposition elle est fort distincte, & tranche très bien les objets. Lorsqu'on emploie l'oculaire concave dont elle est garnie dans un tube séparé, alors la longueur totale de cette lunette se réduit presque à 3 pouces, les objets sont dans ce cas redressés dans leur position naturelle; mais on les voit bien moins tranchés & pas si distincts qu'avec les oculaires convexes.

## N O T E Z, pour le n°. 154.

En effet, s'il arrive quelqu'accident sur mer qui dérange le limbe d'un instrument de la construction ordinaire, soit qu'il plie par quelque chûte, ou que le bois se courbe par les vicissitudes de l'humidité & de la sécheresse, il n'y aura pas de remède pour tirer aucun parti de cet instrument dans les observations. Cependant si l'instrument est de la nouvelle construction; alors en employant le *Problème 3* pour déterminer la valeur totale du limbe, & le *Problème 4* pour reconnoître ses divisions, on pourra encore en faire usage moyennant la Table qu'on fera des valeurs trouvées pour chaque portion du limbe &c., comme il est dit dans le n°. 28 du Mémoire.

N O T E a a, pour le n°. 158.

M. Hadley a donné la méthode pour connoître les erreurs causées par le défaut du parallélisme entre l'axe de la lunette & le plan de l'instrument ; comme on le voit par l'application qu'il fait de son corollaire cinquieme, dans le n°. 425 des Transf. Philosoph. de Londres ; & qu'on peut voir aisément à la pag. 142 de l'*Abrégé des Transact. Philosoph. de Londres*, par Eames & Martin, vol. 6. Il n'est donc pas vrai de dire dans le vol. 62 pag. 102 des mêmes Transactions, que M. Hadley n'avoit point connu du tout l'importance de ce parallélisme, & que par cette raison il n'avoit donné aucune méthode pour rendre l'axe de la lunette parallèle au plan de l'instrument. Voici cette assertion dans l'original..... *and M. Hadley, not having been aware of the importance of an exact position of it (l'axe de la lunette), has accordingly given no directions for the placing it. I shall therefore endeavour to supply this defect in the following remarks &c.* Il faut être fort aveuglé par le désir de se faire valoir aux dépens des autres & de la vérité, lorsqu'on ose s'énoncer en cette manière au public. Voyez la conclusion de la Note suivante b b.

N O T E b b, pour le n°. 193.

La Table IV de M. le Chev. de Borda pour la correction des déviations est construite par cette analogie ; le sinus total est au sinus de la moitié de l'angle marqué par l'instrument, comme le cosinus de la déviation est au sinus de la moitié de la vraie distance des deux astres. En voici la démonstration. Soit la fig. 42 Planche III, dans laquelle  $z$  est le miroir horizontal ;  $n$  celui de l'alidade ;  $b e c$  le plan de l'instrument  $a$  &  $d$  les deux astres, dont les images coïncident :  $a e b$  l'angle de déviation de l'astre  $a$  hors du plan de l'instrument. On ne peut pas douter que la déviation de l'astre  $d$  doit être égale à celle de  $a$  : car l'objet  $d$  étant représenté en union avec  $a$ , montre que les rayons réfléchis qui le représentent, ont la même direction que ceux de l'objet  $a$  : or les miroirs sont parallèles l'un à l'autre par supposition ; donc les rayons de  $d$  avoient la même direction avant la réflexion ; & par conséquent la même déviation que le rayon  $e a$ . A présent soient les deux arcs Sphériques  $b a h'$  &  $c d h'$  perpendiculaires au plan de l'instrument  $b e c$ , qui concourent dans le pôle  $h'$ . L'arc  $b c$  fera celui marqué par l'instrument, qui mesure l'angle  $h'$ , & l'arc  $a d$  sera la vraie distance des deux objets (que j'appelle  $h$ ) dont la déviation du plan  $b e a$ , est mesurée par l'arc  $b a = c d$ . Il s'agit de connoître la différence entre l'arc  $b c$ , & l'arc  $a d$ .

Maintenant le triangle isocèle  $a h' d$  donne cette analogie *sin. total* : *sin.*  $\frac{1}{2} h' :: \text{sin. } d h (= \text{cosinus } b' e a) : \text{sinus } \frac{1}{2} a d (= \frac{1}{2} h) : \text{c'est-à-dire, } 1 : \text{sin. } \frac{1}{2} h' :: \text{cos. } b e a : \text{sin. } \frac{1}{2} h$  ; ce qui est l'analogie ci-dessus. Ainsi, lors-

que, par exemple, l'angle de *déviati*on  $b e a$  est de  $1^\circ$  : & l'angle observé par l'instrument ( $= h'$ ) est  $170^\circ$ , on aura *sinus total* ( $= 1$ ) : pour  $\frac{1}{2} h'$  ( $= \frac{1}{2} 170^\circ = 85$ ) :: comme *sinus* 89 (complément de la *déviati*on  $b e a = 1^\circ$ ) : *sin.*  $\frac{1}{2} a d$  ( $= \frac{1}{2} h$ ).

$$\text{Sin. } \frac{1}{2} h' = \text{sin. } 85^\circ \dots\dots\dots 9.9983442$$

$$\text{Cosin. } b e a (= 1^\circ) = \text{sin. } 89^\circ \dots\dots\dots 9.9999338$$

$$\underline{9.9982780}$$

Cette somme donne par les Tables des sinus.  $\dots 84^\circ 54' 4''$ , 5

Dont le double.  $\dots\dots\dots 169^\circ 48' 9''$

Etant retranché de l'angle observé.  $\dots\dots\dots 170^\circ 0' 0''$

Donne pour l'erreur de *déviati*on.  $\dots\dots\dots 0^\circ 11' 51''$

Si l'on suppose l'angle observé de  $180^\circ$ , on aura alors *sin. total* : *sin.*  $90^\circ$  (moitié de  $180$ ) :: *sin.*  $89^\circ$  : *sin.*  $\frac{1}{2} c d$ , c'est-à-dire, la moitié de  $c d$  fera  $89^\circ$ ; car  $1 : 189 : 89$ . Donc.  $\dots\dots\dots c d = 178^\circ.0$

qui étant retranchés de.  $\dots\dots\dots b c - 180^\circ.0$

on aura pour erreur de la *déviati*on.  $\dots\dots\dots 002^\circ.0'$

On ne sera pas fâché de trouver ici le même objet traité d'une autre manière, qui m'a été communiquée par M. Bézout de l'Académie Royale des Sciences de Paris, dont j'ai eu occasion de parler souvent dans ce Traité.

Soit  $a e c$ , (fig. 43, Pl. 3.) la hauteur de l'Astre  $a$ , au-dessus de l'horizon  $c d$ . On observe cette hauteur avec un instrument dont le rayon visuel  $e a$  fait avec le plan  $b e d$  de l'instrument, un angle connu de *déviati*on  $a e b$ . On demande le rapport du mouvement  $b e d$  de l'alidade, à la hauteur vraie  $a e c$  : c'est-à-dire, le rapport de la hauteur marquée sur l'instrument, à la hauteur véritable.

Du point  $a$  concevez la perpendiculaire  $a b$  sur le plan de l'instrument : & la perpendiculaire  $a c$  sur le plan horizontal. Des points  $b$  &  $c$ , menez  $b d$  &  $c d$  parallèles à  $a c$  &  $a b$  : enfin tirez  $b e$   $d e$  &  $c e$ .

En représentant le rayon des Tables par 1.

le triangle rectangle  $a b e$  donne.  $\dots\dots\dots a e : b e :: 1 : \text{cos. } a e b$ .

Le triangle rectangle  $b d e$  donne.  $\dots\dots\dots b e : b d (\text{ou } a c) :: 1 : \text{sin. } b e d$ .

D'où l'on conclut.  $\dots\dots\dots a e : a c :: 1 : \text{sin. } b e d \times \text{cos. } a e b$ .

Mais le triangle rectangle  $a c e$  donne.  $\dots\dots\dots a e : a c :: 1 : \text{sin. } a e c$ .

Donc.  $\dots\dots\dots 1 : \text{sin. } a e c :: 1 : \text{sin. } b e d \times \text{cos. } a e b$ .

Donc.  $\dots\dots\dots \text{sin. } a e c = \text{sin. } b e d \times \text{cos. } a e b$ .

D'où l'on tire.  $\dots\dots\dots \text{sin. } b e d : \text{sin. } a e c :: 1 : \text{cos. } a e b$ .

Ainsi en connoissant la déviation quelconque  $aeb$  du rayon visuel, & la hauteur  $bed$  marquée par l'instrument, on pourra trouver facilement la hauteur vraie  $aec$ .

Quant aux instruments à réflexion, tels que les *Sextants*, *Ollants* &c, il faut concevoir que  $aec$  est la moitié de la hauteur de l'astre. Alors  $aec$  est le mouvement, qu'il faudroit donner à l'alidade, pour amener l'astre à l'horison, lorsque le rayon visuel est parallèle au plan de l'instrument; mais si le rayon visuel a une déviation, il faudra écarter le plan de l'instrument & le placer dans un autre vertical  $bed$ , faisant avec  $ae$  un angle  $aeb$ , égal à la déviation. Alors (en supposant la perpendiculaire  $ab$ ) l'angle  $bed$  sera le mouvement qu'il faudra donner à l'alidade pour ramener l'astre à l'horison, & le rendre visible dans la lunette, en supposant qu'il y en ait une, ou autrement à l'œil suivant la direction du rayon visuel  $ea$ .

Dans ce cas, comme dans le précéd. on aura.  $\sin. bed : \sin. aec :: 1 : \cos. aeb$ .  
Mais l'angle  $aec$  sera la moitié de la hauteur vraie : & l'angle  $bed$  la moitié de la hauteur estimée par l'instrument. Donc si on appelle  $h$  la hauteur vraie; &  $h'$  la hauteur conclue de l'instrument, on aura...  $\sin. \frac{1}{2} h' : \sin. \frac{1}{2} h :: 1 : \cos. aeb$ .  
ou...  $1 : \sin. \frac{1}{2} h' :: \cos. aeb : \sin. \frac{1}{2} h$

Analogie qui est absolument la même que celle de M. le Chevalier de Borda, que nous avons donnée ci-dessus au commencement de cette Note.

Si la déviation est fort petite, l'angle  $h$  différera très-peu de l'angle  $h'$ ; en sorte que si l'on représente par  $dh$  leur différence  $h' - h$ ; c'est-à-dire, si on suppose  $h' - h = dh$ , ou  $h = h' - dh$ .

on aura...  $\sin. \frac{1}{2} h' : \sin. \frac{1}{2} (h' - dh) :: 1 : \cos. aeb$ .

Mais on sait par la Trigonométrie, que le *sinus* de la différence  $p - q$  de deux angles  $p$  &  $q$ , a toujours la valeur suivante...  $\sin. (p - q) = \sin. p \times \cos. q - \sin. q \times \cos. p$ .  
& si l'angle  $q$  est fort petit, on peut sans erreur sensible supposer  $\cos. q$  égal à 1 : ce qui donne...  $\sin. (p - q) = \sin. p - \sin. q \times \cos. p$ .  
par conséquent on aura de même...  $\sin. \frac{1}{2} (h' - dh) = \sin. \frac{1}{2} h' - \sin. \frac{1}{2} dh \cos. \frac{1}{2} h'$ .  
notre proportion deviendra donc  $\sin. \frac{1}{2} h' : \sin. \frac{1}{2} h' - \frac{1}{2} dh \cos. \frac{1}{2} h' :: 1 : \cos. aeb$ .  
d'où l'on tire...  $\sin. \frac{1}{2} h' \times \cos. aeb = \sin. \frac{1}{2} h' - \frac{1}{2} dh \times \cos. \frac{1}{2} h'$ .  
ou...  $\frac{1}{2} dh \cos. \frac{1}{2} h' = \sin. \frac{1}{2} h' - \sin. \frac{1}{2} h' \cos. aeb = \sin. \frac{1}{2} h' (1 - \cos. aeb)$ .

Et par conséquent  $\frac{1}{2} dh = \frac{\sin. \frac{1}{2} h'}{\cos. \frac{1}{2} h'} \times (1 - \cos. aeb) = \text{tang. } \frac{1}{2} h' (1 - \cos. aeb)$

ou autrement  $dh = \frac{2 \sin. \frac{1}{2} h'}{\cos. \frac{1}{2} h'} \times (1 - \cos. aeb) = 2 \text{ tang. } \frac{1}{2} h' \times \sin. \text{vers. } aeb.$

parce que  $\frac{\sin.}{\cos.} = \text{tang.}$  : & que . . . . .  $1 - \cos. = \sin. \text{vers.}$

D'ailleurs, puisque . .  $1 - \cos. aeb = 2 \sin.^2 (\frac{1}{2} aeb) = 2 \times \frac{1}{4} (aeb)^2$ .  
(à cause de la petitesse de l'angle  $aeb$ ),  $= \frac{1}{2} (aeb)^2$ .

Donc . . . . .  $\frac{1}{2} dh = \frac{1}{2} aeb^2 \times \text{tang. } \frac{1}{2} h'.$

Donc aussi . . . . .  $dh = aeb^2 \times \text{tang. } \frac{1}{2} h'.$

Et c'est la proportion d'approximation que feu Don Jorge Juan a donné en 1757, dans la page 158 de son *Compendio de Navigacion*, imprimé à Cadix in-4°.

Si l'on prend la valeur ci-dessus  $dh = 2 \text{ tang. } \frac{1}{2} h' \times \sin. \text{vers. } aeb$ .  
on aura cette proportion . .  $dh : 2 \sin. \text{vers. } aeb :: \text{tang. } \frac{1}{2} h' : 1.$

Ce qui est la proportion déduite de la même analogie ci-dessus, donnée par un moderne dans les *Transactions Philosophiques*, vol. 62 pag. 102, quinze ans après que feu Don Jorge Juan avait publié la sienne : & ce qui est encore plus fort 41 ans après que M. Hadley avait donné lui-même dans son 5<sup>me</sup> corollaire (*Voyez l'Abrégé des mêmes Transactions Philosoph. pag. 140 & 142*, cité dans la Note précédente) le rapport de ces erreurs causées par la *déviacion* dont il s'agit, & que le même moderne affirme, peu de lignes auparavant, n'avoir point été connues au même M. Hadley ; comme on l'a remarqué dans la Note précédente aa.

N O T E cc, pour les nos 202, 204, 266 & 270.

1. La Réfraction fait paroître les Astres plus élevés qu'ils ne le sont réellement, lorsqu'on en observe la hauteur : au contraire la Parallaxe les fait paroître moins élevés qu'ils ne le sont. Ainsi la réfraction est toujours *soustractive*, lorsque la parallaxe est *additive* : & si par quelque circonstance dans la manière de prendre la hauteur d'un astre, on trouve que la parallaxe est *soustractive*, alors la réfraction devient *additive*. Nous allons voir sur quoi sont fondées ces deux corrections, & les différentes circonstances dans lesquelles il faut les *ajouter* ou les *retrancher* des angles observés.

2. Soit la *fig. 47 planche 3*, dans laquelle  $ACN$  représente le globe de la Terre,  $gx$  l'atmosphère qui l'environne,  $vaqp$  l'orbite de la Lune,  $huxo$  le firmament, où l'on suppose les étoiles fixes,  $b$  l'Ob-

servateur à la surface de la Terre, &  $s$  une étoile quelconque, dont il faut observer l'angle de hauteur  $sbo$  sur l'horison sensible  $ubwo$ .

3. Tout le monde sçait que les rayons de lumière passent en ligne droite à travers de l'air, ou d'un autre corps transparent dont la densité soit homogène, c'est-à-dire parfaitement uniforme; mais s'ils en rencontrent un autre plus épais dans leur chemin, qui leur soit opposé obliquement, alors ils se détournent, ou, selon l'expression générale, ils se *refrangent*, & suivent une autre direction. C'est pourquoi un bâton, mis dans l'eau obliquement aux rayons visuels, paroît rompu: & une tasse bien pleine d'eau laisse voir ce qui est au fond, à une distance, où le même œil n'y voit rien s'il n'y a pas d'eau.

4. Ainsi les rayons qui viennent de l'Astre  $s$  en tombant obliquement sur l'Athmosphère  $gxiz$  qui environne le globe de la terre jusqu'à une certaine hauteur, se détournent de leur chemin en y entrant: de façon que le rayon  $sb$  en arrivant en  $i$  se rompra; & au lieu d'aller jusqu'à  $b$ , il tombera en  $vv$ : & ce sera le rayon  $sx$  au lieu de  $si$ , qui par la réfraction en  $x$  viendra jusqu'à  $b$ . Par conséquent l'œil  $b$  ne verra pas l'Astre en  $s$  où il est réellement; mais en  $r$  où il paroîtra être; parce qu'il sera vu par le rayon  $bx$  dans la direction  $bxr$ . Ainsi lorsqu'on observe par *devant* un angle de hauteur sur l'horison, il en faut retrancher le petit angle  $rbs$  causé par la réfraction, pour avoir le vrai angle de hauteur  $sbo$ .

5. Au contraire si l'on observe par *derrière* l'angle  $rbu$ , il faut *ajouter* l'angle de réfraction  $rbs$  pour avoir le vrai angle  $sbu$  entre l'astre  $s$  & la partie opposée  $u$  de l'horison. Cette réfraction est celle qui correspond dans la Table III au supplément  $rbo$  de l'angle observé  $rbu$ .

6. Mais il faut observer que si l'angle observé par *devant* est au-delà de  $90^\circ$  comme il arrive quelquefois en observant la hauteur d'un Astre avec un Sextant, & le comparant avec la partie opposée de l'horison, qui est opposée à celle qui lui est la plus voisine, mais qui se trouve couverte par quelque brouillard; dans un tel cas la correction de la réfraction doit être *additive*, comme dans les observations par *derrière* du n°. précédent. Par exemple si l'angle  $rbu$  observé par *devant* avec un Sextant, est de  $120^\circ$ ; on doit lui *ajouter* l'angle de réfraction  $rbs$ , qui est assigné dans la Table III pour l'angle de  $60^\circ$ , qui en est le supplément.

7. De même si l'on observe par *derrière* un angle moindre de  $90^\circ$ , par exemple l'angle  $rbo$  de  $60^\circ$ , on doit alors en *retrancher* le petit angle de réfraction  $rbs$ , comme dans les observations par *devant* du n° 4 ci-dessus.

8. Pour ce qui regarde la *Parallaxe*, elle dépend de la position de

L'Observateur à l'égard du centre de la Terre, & de la distance de l'Astre. Soit l'Observateur  $b$  (même figure 47, pl. III.) qui veut observer l'angle de hauteur  $abu$  entre l'Astre  $a$  & l'horison sensible  $u$ . Il est évident que le vrai angle, formé au centre  $C$  de la Terre  $bCm$  est l'angle  $uCn$  par lequel l'Astre  $a$  seroit vu de  $C$  par la ligne  $Can$  : il faudra donc ajouter dans un cas pareil le petit angle parallaxique  $ebn$  observé par devant ou par derrière, pour avoir le vrai angle de hauteur  $ubu$ . Cet angle  $nbe$  est égal à l'angle au centre  $nCu$  à cause des parallèles  $ubo$  &  $hgc d$ , dont la première représente l'horison sensible, & la seconde l'horison rationel ou mathématique, qui passe par le centre de la Terre.

9. En appliquant les mêmes raisons ci-dessus à la correction de la Parallaxe, on verra aisément qu'elle doit être *soustractive* toutes les fois qu'on observera soit par devant, soit par derrière, les angles de hauteur au-delà de  $90^\circ$ , car toutes les fois qu'on observera l'angle  $ebo$  il y aura toujours le petit angle parallaxique  $eCn$  (ou  $ebn$  qui lui est égale, à cause de la distance infinie respectivement au demi-diamètre  $Cb$  de la Terre) qu'il faudra retrancher de l'angle observé  $ebo$  : & cette parallaxe sera exactement la même de son supplément  $ebu$ , mais dans un sens contraire étant *soustractive*, au lieu que dans l'observation de l'angle  $ebu$  elle doit être *additive*.

10. Il est aisé de concevoir 1°. par la simple inspection de la même fig. 47 que la parallaxe au zénith  $z$  doit être nulle : car la même ligne du centre de la terre  $Cz$  passe alors par l'Observateur  $b$  & par l'Astre  $q$ . 2°. Que la Parallaxe horizontale des mêmes Astres doit être la plus grande ; car l'angle  $lvu$  est plus grand que l'angle  $ean$  & que tout autre jusqu'à  $z$  où il s'évanouit : & 3°. que la même chose doit arriver quant à la réfraction, qui devient également nulle au zénith, & devient la plus grande lorsque l'astre se trouve à l'horison.

11. Enfin on verra aussi par la même figure que si l'Astre se trouve à une distance sensiblement infinie de la Terre : il ne doit avoir aucune parallaxe. Car si l'on suppose le cercle  $dhz$  du firmament à une distance infinie suivant nos sens, alors le demi-diamètre de la Terre  $bc$  n'aura point de rapport sensible pour la distance des Astres qui s'y trouvent : de façon que les lignes  $Cn$  &  $bn$  seront sensiblement parallèles : & l'Observateur placé en  $b$  ou en  $C$ , verra également le même angle  $nCh$ . Mais il n'en est pas de même à l'égard de la Réfraction : car comme elle dépend de la densité de notre atmosphère, tous les rayons, qui y passent, doivent être également affectés, soit que les Astres d'où ils viennent se trouvent à une distance infinie, comme les Etoiles ; soit qu'ils se trouvent peu éloignés, comme la Lune.

12 Je finirai cette Note par avertir que la correction de la Réfraction

tion & celle de la parallaxe, n'affectent point les angles de distance entre les Astres d'une manière aussi aisée à calculer que dans les observations de hauteur. On verra dans les n<sup>os</sup> 318 & 319 une méthode de M. le Chevalier de Borda, pour faire cette correction dans les distances observées entre la *Lune* & le *Soleil*, ou entre la *Lune* & les *Etoiles*, afin d'en déduire la Longitude sur mer. Mais il y a encore d'autres méthodes pour faire la même correction comme je le dirai dans le n<sup>o</sup>. 296, où j'indiquerai quelques livres qui les fournissent.

N O T E *dd*, pour le n<sup>o</sup>. 198.

Soit *m n q* (*fig. 34, pl. 3*) la surface du globe de la terre dont *C* est le centre, & *d n V* l'horison sensible, qui est parallèle à l'horison rationel *m c q*. Si l'œil de l'Observateur se trouve en *n*, & qu'il observe l'angle de hauteur *w n V* (égale à *w x z*) de l'Etoile *w*; cet angle sera égal à l'angle qu'il verroit du centre *c*, parce que l'horison sensible *d n V* est parallèle à l'horison rationel *m c q*; & d'ailleurs, *w* étant à une distance infinie par rapport à *c n*, le rayon visuel *n w* devient parallèle au rayon *c w*. Mais si l'œil de l'Observateur se trouve en *e*, alors l'horison sensible sera *e r t s*, & par conséquent en comparant l'astre *w* à cet horison, il trouvera que l'angle de hauteur est augmenté de l'angle *V r t* égal à *z e t*, formé par la dépression de l'horison *e r t s* au-dessous de l'horison sensible *d n v*; car *n u* est parallèle à *c w*; & par conséquent ce sera dans ce cas l'arc *z p* qui mesurera l'augmentation de l'angle de hauteur, causée par la dépression de cet horison, lorsque l'œil de l'Observateur se trouve en *e*.

N O T E *ee*, pour les n<sup>os</sup> 153 & 154.

1. Une règle d'environ 7 à 8 pouces de longueur, & 8 ou 10 lignes de largeur, mais dont les côtés soient bien droits & bien parallèles l'un à l'autre, peut également servir pour rendre perpendiculaire le miroir de l'alidade au plan de l'instrument. Il suffit de mettre cette règle sur le plan du limbe, avec sa longueur perpendiculaire au miroir de l'alidade: alors si son image réfléchie est en ligne droite avec la règle, cela montrera que le miroir est perpendiculaire au plan de l'instrument. S'il ne l'est pas, on l'y mettra moyennant les vis qu'on a indiquées n<sup>o</sup>. 152. Cette méthode a les mêmes inconvénients, dont je viens de parler dans le n<sup>o</sup>. 153: tout au plus elle ne peut que suppléer aux deux pièces représentées par les figures 26 & 27\*.

2. Mais la construction insinuée dans la Note *D*, qui dans le fond n'est que la même qui fait l'objet du Mémoire qui précède ce Traité, fournit une méthode beaucoup plus sûre. Soit le miroir *N n*. (*Pl. 2, figure 10*)

monté sur une platine, qui puisse tourner dans le centre de l'alidade, & qu'il y ait une vis à côté de celle marquée G, pour fixer cette platine dans le sens qu'on voudra, sans qu'elle fasse plier aucunement la platine en question, ce qui dérangerait la perpendicularité du miroir: pour cet effet cette vis devrait être mise dans la ligne qui passe le long du plan du miroir *Nn*. Cette construction étant supposée, voici comme on fait ces deux ajustements ou rectifications.

3. Mettez l'alidade vers le bout *R* du limbe: posez la piece à coulisse de la *fig. 26*, sur cette extrémité du même limbe. Lachez la vis qui retient la platine du miroir *Nn*: tournez-le jusqu'à ce qu'en regardant par le trou  $\gamma$  de la coulisse vous puissiez voir son image dans le miroir. Mettez l'autre piece de la *fig. 27\** entre les deux, ayant bien ajusté le cheveu à la hauteur du milieu du trou  $\gamma$  de l'autre piece (151): & faites l'ajustement comme on l'a dit dans le n°. 152. Au lieu de ces deux coulisses, on peut employer la règle dont je viens de parler au commencement de cette Note, & cela rendra encore plus simple l'opération.

4. Si l'on répète la même opération sur l'autre bout *M* du limbe, & qu'on trouve que le cheveu coupe exactement en deux l'image du trou de la piece 27\*: ou autrement, si en employant la règle ci-dessus, son image dans le miroir *Nn*, paraît faire une seule en ligne droite avec la même règle; cela montrera évidemment, que l'axe de l'alidade est parfaitement perpendiculaire au plan de l'instrument, & que le mouvement de l'alidade est bien parallèle au même plan.

5. Je viens d'apprendre avec beaucoup de plaisir par M. de la Lande de l'Académie Royale des Sciences de Paris, qu'on a déjà adopté en Hollande cette méthode de rendre le miroir de l'alidade mobile pour l'ajustement ci-dessus. M. Ferguson déjà cité (n°. 298 sur la *Rotule des Réfractions & Parallaxes*), que j'estime beaucoup par son savoir & pour son caractère personnel, a eu aussi l'idée de rendre mobile le miroir de l'alidade; & il m'a assuré n'avoir rien su de mon invention dans le temps où cette idée l'occupait. En effet il ne l'appliquoit pas à résoudre aucun des Problèmes du Mémoire qui précède ce Traité.

6. Pour tirer le plus grand parti possible de cette construction, suivant que je l'ai déjà insinué dans la Note *D*, on doit disposer la platine qui porte le miroir *Nn* suivant mes principes; c'est-à-dire, en sorte qu'elle puisse être arrêtée sur l'alidade ou sur le plan de l'instrument alternativement, selon qu'il sera nécessaire pour les opérations qu'on se propose. En voici le détail, qui d'ailleurs servira pour l'intelligence du double *Sextant nouveau*, dont je donne les propriétés dans l'*Appendix* de ce Traité. Soit le miroir *mV* (*fig. 32 planche 3*) fixé sur la

platine ronde  $ND$ , qui peut tourner dans le centre de l'alidade dans lequel est fixé l'autre miroir  $Nn$ . Cette platine doit être assujettie par dessous l'autre qui porte ce dernier miroir  $Nn$ , & tourne dans le centre commun  $a$  qui est aussi celui de l'alidade. La vis  $z$  sert à attacher la platine  $ND$  à celle du centre de l'alidade; & par conséquent en desserrant la vis  $r$ , le miroir  $mV$  aura le même mouvement de l'alidade. Au contraire en desserrant la vis  $z$  & serrant la vis  $r$ , le même miroir  $mV$  restera attaché au corps de l'instrument, sans que le mouvement de l'alidade puisse lui causer aucun dérangement.

7. On a vu dans les n°. 255 & 256, comment on résout le *Problème second* n°. 19 par cette construction; en supposant que le miroir de l'alidade de l'Octant ordinaire de la *fig. 10 planche seconde* fût disposé suivant ce mécanisme. Pour résoudre le *Problème premier*, n°. 14, il ne s'agira que de mettre le miroir  $Nn$ , *fig. 11*, parallèle au miroir  $B$ : on l'arrêtera par la vis  $r$ ; & desserrant la vis  $z$ , on menera l'alidade aux 50 degrés du limbe. On attache alors le miroir à l'alidade, par la vis  $z$ ; & on desserre l'autre vis  $r$ . On ramène l'alidade au *zero degré* du limbe, & on rend le miroir  $A$  parallèle à celui de l'alidade, par la méthode connue de la coincidence de l'image réfléchie avec son objet.

8. On remettra ensuite le miroir de l'alidade à son parallélisme avec le miroir  $B$ ; & on pourra observer par *devant* sur ce même miroir  $B$ , les angles depuis *zero* jusqu'à 90 degrés, & sur le miroir  $A$  les autres angles au-delà de 90 degrés. Mais alors il faudra avoir une autre pinnule au-dessus de  $H$ , pour y voir l'image réfléchie de l'objet.

9. Enfin on pourra résoudre aussi, avec un tel instrument, le *Problème 3<sup>me</sup>* du n°. 24; car en répétant encore trois fois l'opération du n°. 7 & 8 de cette Note, le miroir de l'alidade doit avoir fait tout le tour de 360 degrés. Si à la fin de la dernière opération on observe que le parallélisme entre les deux miroirs  $N$  &  $B$  n'est pas parfait, par excès ou par défaut, cette différence ou quantité étant divisée par 8 comme dans le n°. 24, donnera dans le quotient la quantité de l'erreur du limbe.

N O T E ff, pour le n°. 264.

Soit  $ar$  (*fig. 35 planche 3*) le *noir* de l'alidade,  $uw$  le miroir horizontal des observations par *devant* pour l'œil en  $z$ : & soit  $ts$  l'autre miroir horizontal des observations par *derrière*, pour l'œil en  $b$ . Soit enfin le cercle entier, (sur le centre duquel se trouve le miroir de l'alidade) divisé de 10° en 10° degrés suivant la double disposition des angles qu'on observe par *devant* & par *derrière*, avec les instrumens à réflexion, comme il paroît par la figure.

Supposons 1° que l'œil  $z$  observe l'angle  $fxd$  de 40° entre les  
T ij

deux objets  $f$  &  $d$  (qui se trouvent à une distance infinie) moyennant leur coïncidence apparente, causée par la réflexion de l'image de l'objet  $f$  dans le miroir de l'alidade, lequel miroir se trouve pour lors dans la direction  $nm$  :

Supposons 2<sup>o</sup> que l'œil  $b$  observe l'angle supplémental  $fxh$  de  $140^\circ$  entre les deux objets  $f$  &  $h$  à une distance infinie, moyennant la coïncidence de l'image de  $f$  avec  $h$ , causée par la réflexion des deux miroirs  $nm$  &  $ts$  :

Supposons 3<sup>o</sup>. que chacun de ces trois objets a un diamètre de deux degrés ; ou autrement supposons qu'il y a deux autres objets aux deux côtés de chacun de ces trois objets  $d$  &  $h$ , dont la distance respective soit d'un degré, ce qui revient au même : c'est-à-dire, supposons que  $gxf = 1^\circ = cxf = pxd = dxe = yxh = h x k$ .

Cela posé on concevra aisément, par la simple inspection de la fig. que l'on doit avoir les résultats suivans.

1. Si l'œil  $z$  observe la coïncidence de  $f$  avec  $p$ , il trouvera par l'instrument un angle de  $41^\circ$  : car  $fxp$  est égal à  $fxd$  de  $40^\circ + dxp$  de  $1^\circ$ . Ainsi il faut retrancher l'angle  $d xp$  de  $1^\circ$  pour avoir l'angle  $fxd$ , qui est de  $40^\circ$  : & c'est le cas de la *dépression de l'horison*, qui est *soustractive* par le n<sup>o</sup>. 198 lorsqu'on observe par devant.

2. Si l'œil  $b$  observe l'angle  $fxk$ , au lieu de l'angle  $fxh$ , il trouvera de plus l'angle  $hxk$  : ainsi il trouvera  $141^\circ$  au lieu de  $140^\circ$  : & par conséquent la *dépression de l'horison*, en observant par derrière, devrait être également *soustractive*, si l'on comptoit par le rang inférieur des chiffres des angles supplémentaux, dont on a parlé dans le n<sup>o</sup>. 264.

3. Mais les angles de hauteur observés par derrière sont toujours compris sur le rang supérieur des chiffres, qui servent aussi pour les observations par devant. Or on voit par la figure, que ces chiffres sont dans un ordre retrogradé des autres ; c'est-à-dire qu'ils augmentent de la droite à la gauche, tandis que ceux du rang inférieur décroissent dans le même sens. Ainsi l'angle de  $141^\circ$  correspond à l'angle  $39^\circ$ , les uns étant le supplément des autres : donc on doit ajouter l'angle de la *dépression de l'horison*  $hxk$ , à l'angle  $39^\circ$ , pour avoir le supplément  $40^\circ$  du vrai angle  $fxh$  de  $140^\circ$  : & c'est le cas de la *correction* 2<sup>e</sup> du n<sup>o</sup>. 270.

4. Si l'œil  $z$ , au lieu d'observer l'angle  $fxd$  de  $40^\circ$ , observe l'angle  $gxd$ , on ne doit trouver que  $39^\circ$  ; car il y manque l'angle  $gxf$  qui est d'un degré, pour faire un angle de  $40^\circ$  : & c'est le cas de la *correction du semi-diamètre*, qui est *additive* en observant le bord inférieur, par exemple du Soleil, comme on l'a dit dans le n<sup>o</sup>. 200.

5. Au contraire si l'œil  $z$  observe l'angle  $cxd$  au lieu de  $fxd$ , il trouvera  $41^\circ$ , à cause du petit angle de plus  $fxc$  ; ainsi il faut le retrans-

cher pour avoir l'angle au centre  $fxd$ : c'est ce qui arrive quand on a observé la coincidence du bord supérieur, & qui fait la correction du demi-diametre *soustractif*; comme on l'a dit dans le même n°. 100.

6. Si l'œil  $z$  au lieu d'observer l'angle  $fxd$ , observe l'angle  $gxe$  qui est celui du contact des bords les plus voisins des deux objets  $f$  &  $d$ , alors il faut *ajouter* la somme de la valeur des deux semi-diametres  $gxf$  &  $dxe$ , pour avoir l'angle au centre  $fxd$  comme, on l'a dit dans le n°. 234.

7. Au contraire si l'œil  $z$  observe l'angle  $cxp$ , entre les bords les plus éloignés des mêmes objets, on trouvera de plus la valeur des angles des deux demi-diametres  $cx f$  &  $dep$ , qu'il faudra retrancher; comme on l'a dit dans le n°. 234.

8. Si l'œil  $b$  observe l'angle supplémental  $cxh$ , au lieu de  $fxh$ : on trouvera  $139^\circ$ , au lieu de  $140^\circ$ ; & par conséquent on devroit *ajouter* la valeur de  $cx f$  pour avoir l'angle au centre, toutes les fois qu'on observeroit par derriere le bord qui paroît l'inférieur de l'objet  $c f g$  (quoiqu'en effet il soit le supérieur), si l'on prenoit les nombres marqués dans le rang inférieur qui montre les angles supplémentaux.

9. Mais comme dans les observations de *hauteur* qu'on fait par *derriere*, on prend toujours les chiffres marqués dans le rang qui sert pour les observations par *devant*; alors ce demi-diametre doit être *soustractif* comme on l'a dit dans le n°. 270; car l'angle supplémental  $139^\circ$  correspond à  $41^\circ$  de ceux des observations par *devant*. Ainsi pour avoir l'angle au centre, on doit *retrancher* la valeur de ce demi-diametre, lorsqu'on observe le bord, qui paroît être l'inférieur, à cause de la réflexion des miroirs, quoiqu'en effet il soit le supérieur.

10. Au contraire si l'œil  $b$  observe l'angle supplémental  $gxh$ , entre le bord qui paroît *supérieur* (à cause de la réflexion) & l'objet  $h$ , & qu'on compte le vrai angle supplémental de  $141^\circ$ ; on doit *retrancher* l'angle  $gxf$  du semi diametre, pour avoir l'angle au centre  $fxh$ .

11. Mais si l'on compte l'angle  $gxh$  dans le rang des chiffres pour les observations par *devant*, comme on le fait d'ordinaire dans les observations de *hauteur*, quoique observées par *derriere*: alors on doit *ajouter* la valeur de ce semi-diametre  $gxf$  en observant le bord qui paroît supérieur, comme on l'a dit dans la *correction* 3 du n°. 270; & cela par le même argument ci-dessus, n° 9 de cette Note; car l'angle  $gxh$  de  $141^\circ$  sera montré dans le rang supérieur par le n°.  $39^\circ$ ; & par conséquent on doit ajouter *un degré* de plus pour avoir l'angle du vrai supplément au centre, lequel est de 40 degrés.

12. Si l'œil  $b$  (toujours la même *fig.* 35, *planche* 3) observe l'angle  $cxy$  entre les deux bords les plus voisins des deux objets  $fh$ ; il faut *ajouter* leur demi-diamètre  $fxc$  &  $yxh$  pour avoir le vrai angle  $fxh$  entre leurs centres (n°. 265).

13. Au contraire si l'œil  $b$  observe l'angle  $g x k$  entre les bords les plus éloignés des deux objets, il faudra *retrancher* les angles  $gxf$  &  $kxh$  de leur demi-diamètre, pour avoir le vrai angle  $fxh$  entre leurs centres, comme on l'a dit dans le n°. 265.

14. La Réfraction fait paroître les objets plus élevés qu'ils ne le sont : ainsi l'objet  $f$  paroîtra en  $c$ , & l'objet  $V$  en  $R$ , voyez la Note  $cc$ ; donc si l'œil  $z$  observe l'objet  $f$ , la réfraction le montrera en  $c$  : & si le même œil observe l'objet  $V$ , la réfraction le fera paroître en  $R$ ; donc en observant par *devant* un angle moindre de  $90^\circ$ , on doit *soustraire* l'angle de la réfraction  $cx f$ , pour avoir la vraie hauteur  $fxd$  : mais si la hauteur est plus grande que  $90^\circ$ , alors il faut *ajouter* (comme il est dit dans le n°. 202) l'angle  $Rx V$ , pour avoir le vrai angle  $Vxd$ .

15. Si l'œil  $b$  observe par *derrière* la hauteur de l'Astre  $c$ , la correction de la réfraction est l'angle  $cx f$ ; & s'il observe l'objet  $R$ , l'angle de réfraction sera  $Rx V$  que je suppose d'un *degré*. Ainsi l'alidade marquera  $41^\circ$  dans le rang des observations par *devant*, dont il faut retrancher  $1^\circ$  pour avoir la vraie hauteur  $fd$ ; mais si c'est l'objet  $R$  que l'œil  $b$  a observé par *derrière*, en prenant sa distance à l'horison  $h$ , l'alidade montrera  $119^\circ$ , au lieu de  $120$ , dans le rang des chiffres des observations par *devant*; ainsi il faudra dans ce cas *ajouter* l'angle  $Rx V$ , pour corriger l'effet de la réfraction. Dans ce cas la vraie hauteur de l'astre sur l'horison sera le supplément de  $120^\circ$ , c'est-à-dire  $60^\circ$ , comme on l'a vu dans l'exemple  $E$  du n°. 271.

16. La Parallaxe fait paroître les objets qui en sont affectés, plus bas qu'ils ne le sont réellement : ainsi cette correction est toujours dans le sens contraire de la Réfraction; c'est-à-dire qu'elle est *additive* lorsque la réfraction est *soustractive*; & elle est *soustractive*, toutes les fois que la réfraction est *additive*; elle change aussi de caractère comme la réfraction, lorsque les angles observés excèdent  $90^\circ$ , comme on le conçoit par la même *figure* 35.

17 La correction 6<sup>me</sup> de la *déviati*on du n°. 268, est *soustractive* dans les observations des angles de *distance* observés par *derrière*; mais lorsqu'on observe les angles de *hauteur* dont j'ai parlé dans le n°. 270, & qu'on fait usage du rang supérieur des chiffres qui servent pour les observations de *devant*, alors la *déviati*on est *additive*: parce que si l'angle observé  $gxd$  de  $141^\circ$ , doit être corrigé de l'angle de *déviati*on  $gxf$ , pour avoir l'angle supplémentaire  $fxd$  de  $40^\circ$ , il est évident par la *figure*,

que  $gxh$  correspond dans le rang supérieur à  $39^\circ$  : ainsi cette correction au lieu d'être *soustractive*, devient alors *additive* dans le cas en question.

18. En général toutes les observations qu'on fait par *derriere* doivent être corrigées dans le sens contraire, lorsqu'on fait usage des mêmes chiffres marqués sur le limbe pour les observations par *devant*, sans employer leurs supplémens, qui sont réellement les vrais angles observés. Ainsi la *correction* 7<sup>me</sup> des erreurs du limbe (n°. 270) deviendra *soustractive* dans le cas en question, lorsqu'elle sera *additive* dans les observations des angles de *distance* que j'ai appelé angles *supplémentaux* pour les distinguer des autres.

N O T E  $gg$ , pour le n°. 338 & suivans.

1. L'œil  $e$  (figure 41 planche 3) doit voir l'objet  $a$  réfléchi par le miroir  $n$ , comme s'il étoit en  $c$ , parce qu'il reçoit son image suivant la direction  $enc$  : & comme l'angle au centre est double de celui à la circonférence qui est appuyé sur le même arc ; il s'en suit que l'angle  $cea$ , entre l'objet  $a$  & son image  $c$  est double de l'angle à l'horison  $hea$  : car  $cea$  est égal à  $hna$ , qui est l'angle d'incidence, égal à celui de réflexion  $bne$ , égal à son alterne  $nea$  (ou  $cea$ ) à cause des deux parallèles  $hb$  &  $ae$ . Mais pour s'en convaincre davantage, on doit observer, qu'à cause de ces mêmes parallèles  $bh$  &  $ea$ , l'angle  $bhe$  doit être égal à son alterne  $ae h$  : & à cause du triangle isoscèle  $enh$ , l'angle  $neh$  est égale à  $nhe$  : & par conséquent l'angle  $ae h$ , égal à  $hec$ , est la moitié de l'angle  $aec$  ; c'est-à-dire, que l'angle vrai entre l'objet  $a$  & l'horison  $h$ , n'est que la moitié de l'angle entre ce même objet  $a$  & son image  $c$  réfléchi par l'horison artificielle  $n$ .

2. Enfin si l'on tire  $md$  perpendiculaire à  $en$ , &  $dv$  perpendiculaires à  $na$ , l'angle  $mdv$  sera égal à l'angle  $anc$ , c'est-à-dire double de  $anh$  : car dans les deux triangles rectangles  $dny$ ,  $nrv$ , l'angle  $v$  leur est commun : ainsi l'angle  $ndr$  est égal à l'angle  $vnr$  : mais  $ndv$  est la moitié de  $mdv$  : donc ce dernier est double de  $vnr$ , ou  $hna$ , & quadruple de l'angle  $hea$  qu'on a déjà prouvé être la moitié de  $hna$ , ou de son égal,  $cea$ . Donc il faudra mettre le toit (fig. 37) qui couvre la boîte de l'horison à mercure (fig. 36), à un angle quadruple de l'angle qu'on veut observer, pour que les verres plans soient perpendiculaires aux rayons incidents & réfléchis : car on suppose que l'angle formé par le toit de l'horison artificiel est isoscèle.

N O T E  $hh$ , pour les n°. 192 & 263.

On trouve quelquefois de la difficulté à entendre cette correction particulièrement dans les observations par *derriere*, faute d'en avoir une

idée assez claire. La voici en peu de mots. Si les divisions du limbe montrent un angle plus grand, qu'il ne l'est en réalité, il en faut retrancher la différence: & au contraire il faut l'ajouter lorsqu'elles le donnent plus petit; comme je l'ai remarqué dans le n°. 197. Faisons l'application aux observations dont il s'agit. Lorsque la coïncidence de l'image avec son objet se fait avec l'alidade dans l'arc d'excès, en observant par devant (c'est-à-dire avant le *zero* vers *M*) alors les angles qu'on observera seront plus grands de cette quantité: conséquemment il faudra l'ajouter au nombre marqué sur le limbe: & l'on devra faire tout le contraire si cette coïncidence tombe au-delà du *zero* du limbe vers *R*.

Mais lorsqu'on observe par derrière les angles de distance, si la coïncidence de l'image de réflexion avec l'objet qui est diamétralement opposé, tombe avant le *zero* du limbe, c'est-à-dire dans l'arc d'excès par l'ajustement de l'instrument, alors les angles de distance qu'on observera, seront plus petits, que ceux montrés sur le rang inférieur qui servent pour ces observations de derrière, voyez figure 12 planche 2: car alors le  $180^\circ$  tombera sur un nombre plus grand du limbe, par exemple, à  $181^\circ$ : ainsi il faut alors retrancher cette quantité. Supposons par exemple qu'on observe dans un cas pareil un angle de  $161^\circ$  par derrière; cet angle sera marqué sur le limbe  $162^\circ$ : il faudra donc en retrancher  $1^\circ$  pour avoir le vrai angle; mais ce sera tout le contraire lorsque l'ajustement par derrière tombera dans l'arc au-delà du *zero* vers *R*: car dans ce cas les angles seront plus grands que ceux qui y sont marqués: par exemple, un angle de  $161^\circ$  sera marqué  $160^\circ$ , & alors il faudra y ajouter un degré pour avoir le vrai angle.

Voyons à présent ce qui arrivera lorsqu'on prendra des angles de hauteur par derrière. Si l'ajustement de la coïncidence de l'image réfléchie avec l'objet opposé, se fait dans l'arc d'excès: alors un angle de  $96^\circ$  étant observé par cet instrument, sera marqué sur le limbe par  $97^\circ$  degrés dans le rang inférieur des observations par derrière: & sera marqué  $83^\circ$ , au lieu de  $84^\circ$ , dans le rang supérieur des observations par devant: car ces angles sont marqués dans un sens contraire les uns des autres, étant réciproquement des suppléments. Ainsi si l'on prend, comme on le fait ordinairement, les mêmes nombres des observations par devant, pour cet angle de hauteur observé par derrière, on leur doit ajouter un degré pour avoir le vrai angle observé de  $84^\circ$ : & tout le contraire doit être observé, lorsque l'ajustement ci-dessus de la coïncidence de l'image avec l'objet qui lui est opposé, tombe au-delà du *zero* degré vers le bout *R* du limbe; car alors on doit retrancher l'angle de cette erreur de l'alidade, aux angles de hauteur observés par derrière; ce qui revient à la même correction du n°. 203 des observations par devant.

NOTE jj,

N O T E j j , pour le n°. 223.

1. Lorsqu'on aura trouvé par le n°. 223 la dépression actuelle de l'horison, on cherchera, par la petite Table *des angles de simple dépression*, laquelle se trouve après la Table II des *semi-Diametres* du Soleil, l'angle correspondant à la hauteur de l'œil de l'observateur au-dessus de la surface de la mer. On ôtera l'un de l'autre : & la différence montrera la *réfraction horisontale actuelle*, c'est-à-dire, dans l'instant de l'Observation. Cela fait, on cherchera dans la Table III la réfraction correspondante à la hauteur du centre de l'Astre qu'on vient d'observer au-dessus de l'horison ; & on fera alors cette analogie, la *réfraction horisontale supposée dans la Table*, est à la *réfraction horisontale trouvée par l'observation* ; comme la *réfraction de hauteur donnée par la Table*, est à la *réfraction vraie de l'Astre*.

2. Supposons, par exemple, que la réfraction horisontale *observée* soit 35', & que la hauteur du centre de l'astre soit 12 degrés ; alors la proportion sera 33', 5' (= 33' 30'') : 35' :: 285'' (= 4' 45'') : 280,9'' (= 4' 40,9'').

3. Mais lorsqu'on se trouvera entre les Tropiques, on fera usage de la première colonne des *réfractions moyennes* de M. Bouguer, en prenant 27 au lieu de 33, 5, pour le premier terme de cette analogie.

4. De même lorsqu'on fera usage de la *Table III des Réfractions* & qu'on se trouvera dans le voisinage des Tropiques, on prendra une partie proportionnelle de la différence correspondante dans la dernière colonne, qu'on ajoutera à celle des réfractions entre les Tropiques. Par exemple supposons qu'on se trouve dans la latitude 29°, & qu'on observe une hauteur de 18° ; la différence correspondante dans la 4<sup>me</sup> colonne est 55''. Or, puisqu'il y a environ 11° entre le Tropique & la latitude de 34° dont on a parlé dans le n°. 202 ; & seulement 5° 30' environ, entre la latitude de l'observation & le Tropique ; on ajoutera la moitié de 55'', savoir 22'' à la réfraction 2' 17'' de la seconde colonne : & la somme 2' 39'' sera la réfraction approchante de la véritable moyenne, qu'on devra appliquer, comme on le verra dans le n°. 316.

5. Cependant je soupçonne fortement que ces grandes variations de la parallaxe horisontale, dont j'ai parlé dans le n°. 220, n'ont pas une grande influence sur les réfractions des hauteurs au-delà de 4 ou 5 degrés sur l'horison : effectivement nous n'avons pas encore un nombre suffisant d'observations sur cette matière pour savoir rien de certain. Peut-être n'y a-t-il que la couche inférieure de l'atmosphère qui soit susceptible de ces grandes altérations, comme il paroît par les faits rapportés dans le n°. 222. Si cela étoit comme on le présume, alors il ne faudroit pas se donner la peine de corriger la réfraction trouvée par la Table III. Quoi qu'il en soit, cette dernière correction ne donne

presque jamais une quantité fort considérable dans la pratique des observations ordinaires.

N O T E *kk*, pour le n°. 365.

1. L'instrument de M. Smith étoit garni indifféremment avec des prismes, ou avec des miroirs : & lorsqu'on employoit ces derniers, on les appliquoit quelquefois tous les deux au centre de l'alidade comme si ce n'étoit qu'un seul miroir divisé en deux, mais en sorte que la moitié la plus éloignée du plan de l'instrument fût emboîtée dans un châssis qui tenoit au plan de l'instrument : l'autre moitié ne tenoit qu'à l'alidade & se mouvoit avec elle ; comme je le pratique dans mon double Sextant. Voyez les *Mémoires du Pere Pezenas*, page 66, cités dans le n°. 3 du Mémoire.

2. M. Wright a appliqué aussi depuis peu deux miroirs qui se croisent dans l'alidade de l'instrument qu'il m'a montré en Décembre dernier à Londres. Il met deux paires de ces miroirs dos à-dos, pour avoir la réflexion de *devant* & de *derrière* de chaque paire dans son instrument. Ces deux paires de miroirs tiennent simplement à l'alidade, & forment un angle d'environ  $22^{\circ} 30'$  ; les deux miroirs horizontaux ne sont pas comme à l'ordinaire sur le même côté ou bras de l'instrument, mais il y a un seul miroir sur chaque côté. La *fig. 4, pl. I*, donnera quelque idée de cet instrument nouveau de M. Wright, si l'on suppose en *H* un miroir horizontal parallèle au miroir *A* ; que tous les deux soient étamés, comme celui des observations par *derrière*, dont j'ai parlé ci-dessus dans le n° 89 ; & qu'il y ait deux paires de miroirs dans le centre *N* de l'alidade, croisés sous un angle plus petit que la figure ne le montre.

3. On trouve aussi dans les *Transactions Philosophique de la Société de Philadelphie*, tome I, page première de l'Appendix, la Description d'un *Double-Sextant*, inventé par M. Ewing, de la même Société, avec deux miroirs fixés dans l'alidade. L'on y parle enfin d'une autre invention d'un demi-cercle à réflexion, fait par M. Grant ; ce Monsieur eut la bonté de me le communiquer lui-même à Londres, avant son départ pour l'Amérique. Mais aucun de ces instrumens n'a le moindre rapport avec les propriétés essentielles & les usages principaux de mon double Sextant. Tous ces instrumens ont besoin d'un ajustement pour chaque miroir de l'alidade ; & aucun de ces habiles Inventeurs n'a pensé à tirer parti de l'avantage d'observer les angles au-dessous du zero des observations par *devant*, pour éviter les imperfections de l'ajustement, & afin que les défauts de la réflexion des rayons qui s'est faite dans un sens par le miroir de l'alidade, soit contrebalancée dans la seconde observation, en faisant réfléchir ces rayons par le même miroir dans le sens opposé au premier : ce même procédé sert aussi à corriger quelques autres défauts de l'instrument.

4. On voit dans les Transact. Philos. de Philadelphie, tirées ci-dessus, l'Océant Anglois, nommé par le nom de Gottfrey, au lieu qu'en Angleterre on l'appelle généralement Océant de Hadley. Cet instrument étoit connu en Angleterre avant l'année 1670, comme il paroît par l'Histoire de la Société Royale de Londres de Tho. Sprat qui fut traduite en françois, & imprimée à Paris dans cette même année. Le Chevalier Newton, auquel j'attribue cette excellente invention dans la Note A ci-dessus, page 117, naquit en 1642. Il reste à savoir de quelle année on date l'existence de M. Gottfrey.

N O T E 11, pour les n<sup>os</sup> 236 & 261.

Lorsque l'horison est couvert tout-à-fait par le brouillard ou par des nuages, il n'est pas possible d'observer sur mer aucune hauteur des Astres, quoiqu'ils soient découverts : car on n'a pas encore trouvé de moyen sûr de suppléer à l'horison, ni d'employer aucune espèce d'à-plomb pour déterminer ces hauteurs. Cependant lorsque la surface de la mer sera assez distincte jusqu'à une distance médiocre, de façon qu'on puisse bien distinguer les bornes ou les termes, où le nuage au dessous & vis-à-vis de l'Astre qu'on voudroit observer, touche la surface de l'eau; ou autrement lorsqu'il y aura quelques objets assez distincts sur la mer en ligne droite au-dessous & vis-à-vis de l'astre, soit des corps flottants sur l'eau, une isle, ou un rivage inconnu, à peu de distance du vaisseau, &c. alors on pourra profiter de cette circonstance pour pratiquer l'observation qu'on souhaite faire. Car la méthode du n<sup>o</sup>. 223 donnera l'angle de la vraie dépression, si les deux termes ou objets dans l'horison sont à des distances égales de l'Observateur. Autrement, s'il est possible de connoître suffisamment la distance de l'un de ces termes de la surface de l'eau jusqu'au vaisseau, ou jusqu'à l'œil de l'Observateur, on aura aussi l'angle exact de la dépression dont il faudra corriger l'observation, comme on va le voir.

2. Soit  $n$  (fig. 44, planche 3) l'œil de l'Observateur,  $a$  l'Astre qu'on veut observer, &  $b$  ou  $e$  la distance déterminée de la surface de la mer au-dessous ou vis-à-vis de l'Astre  $a$ . Si la distance  $nb$  ou  $ne$  peut être bien déterminée, la hauteur  $nc$  étant déjà connue par le n<sup>o</sup>. 217, on aura  $nb$  (ou  $ne$ ) :  $nc$  :: rayon : sinus de l'angle  $dnb$  (ou  $xne$ ) de la dépression. Mais on a vu ci-dessus dans le n<sup>o</sup>. 25 de la Note H qu'on peut construire un instrument sur les principes des Océants, qui sera très-simple, peu volumineux & d'un prix assez modique, avec lequel on pourra mesurer exactement les distances inaccessibles d'une seule station, pourvu qu'elles ne soient pas trop éloignées. Il sera donc de la prudence des Marins de se pourvoir d'un instrument pareil, qui d'ailleurs sera d'un grand service en plusieurs autres occasions sur terre, soit dans l'arpentage, soit pour les Ingénieurs, &c.

3. Voici l'idée de cet instrument que j'ai projeté depuis long-tems ; mais que je n'ai pas eu encore le tems de faire exécuter , malgré toute la simplicité & facilité , que je conçois dans son exécution-pratique. Il n'y a point d'Artiste , tant soit peu ingénieux , qui ne soit en état de le bien exécuter d'après l'esquisse que j'en vais donner.

Soit  $mmvcl$  un tuyau quarré de bois léger , mais ferme , d'environ une toise de longueur , avec une ouverture quarrée  $lc$  , vis-à-vis le miroir  $bac$  qui se trouve au bout de ce tuyau , incliné sous un angle de  $45^{\circ}$  , dont un levier  $bsq$  puisse régler cette inclinaison comme dans les miroirs horizontaux des Octants marins. Soit enfin un autre tuyau  $pgxx$  qui entre à frottement dans le tuyau  $mmvcl$  , mais bien juste & sans balotter , garni d'un second miroir  $ng$  , pas plus grand que la moitié du premier miroir  $a$  auquel il sera parallèle : & qu'il y ait une lunette  $den$  comme celles qu'on emploie dans les Octants , soutenue par les deux pieces  $p$  &  $n$ .

4. Il est certain que si l'on ajuste ces deux miroirs en parfaite coïncidence par un objet céleste , comme le *Soleil* ou la *Lune* , dont on voit l'image  $X$  réfléchié par les deux miroirs en  $a$  &  $n$  lorsqu'ils sont à la plus grande distance , par exemple à 8 ou 9 pieds , & dans le même tems l'image de vision directe  $x$  , par les rayons directs qui entrent dans la lunette  $den$  par dessus le bord du miroir  $n$  : & qu'on tourne cet instrument ainsi rectifié vers un objet , dont la distance ait un rapport sensible avec la perpendiculaire  $ZX$  , ou  $na$  entre le rayon réfléchi & celui de vision directe , on ne trouvera pas la même coïncidence.

5. Dans la pratique je donnerai toujours la préférence à la graduation qu'on peut faire de cet instrument , par l'examen de son effet sur des objets dont on connoîtra la distance actuelle. On commencera par ajuster le parallélisme des miroirs de l'instrument par le *Soleil* , ou par quelque autre objet céleste. On glissera entièrement un tuyau dans l'autre jusqu'à le racourcir autant qu'il est possible.

6. On regardera alors à quelqu'objet assez voisin : si l'image réfléchié ne coïncide pas avec celle de vision directe , on s'éloignera petit-à-petit jusqu'à ce qu'on trouve la coïncidence cherchée : on marquera cette distance sur le tuyau. On s'éloignera par exemple 50 ou 100 toises encore plus loin. On allongera le tuyau jusqu'à ce qu'on commence à appercevoir l'objet se réunir avec son image réfléchié. On fera une marque sur le tuyau , en y écrivant cette distance en toises. On fera une autre station de 50 ou 100 toises , on répétera la même opération , & ainsi de suite.

7. On graduerait peut-être assez bien cet instrument suivant la théorie , dont j'ai parlé dans la Note H. Car on y pourroit ajouter un secteur  $bqs$  , pour connoître les petits angles parallaxiques. La distance  $en$  de la perpendiculaire entre le rayon direct & le rayon réfléchi , (fig. 30, pl. 1) correspond à la distance qui dans l'instrument proposé de la fig. 45 de

la planche 3, fait la longueur totale de la ligne  $ae$ ; & on pourroit compter que la réunion de chaque objet avec son image se fera à la distance des Co-tangentes des angles parallaxiques sous lesquels cette réunion seroit vue.

8. Car on conçoit qu'en fixant la longueur de la perpendiculaire  $an$  par exemple à 8 ou 9 pieds, & ajoutant un secteur  $bsq$ , par lequel on donne du mouvement à l'axe de  $bac$ , comme dans les Octants ordinaires; on aura les angles parallaxiques dont j'ai parlé dans le n°. 25 de la Note H, assez distincts pour en déduire les distances des objets par le calcul. Mais il peut y avoir tant de circonstances qui fassent varier ces angles, soit par le défaut des miroirs  $b$  &  $c$ , soit par les divisions de l'arc  $sq$ , que je n'oserois pas compter tout-à-fait sur les conséquences qui résultent de la simple théorie de l'instrument, sans en être assuré par des essais de pratique sur des distances qui soient connues par la mesure actuelle.

N O T E *mm*, pour les n°. 187, 188, 214 & 261.

*Sur l'Ajustement avec le Miroir horizontal non perpendiculaire.*

1. Lorsqu'on emploie une lunette, la meilleure méthode, suivant quelques observateurs, pour rectifier l'instrument par une étoile, est de mettre les deux images de l'étoile à côté l'une de l'autre, ayant alteré pour cet effet tant soit peu la perpendiculaire du miroir horizontal. Il est certain que cette petite déviation ne peut causer aucune erreur sensible dans la valeur des angles qui ne sont pas trop grands; comme il paroît par la Table IV de la déviation des rayons du plan de l'instrument. Les étoiles n'ayant point de diamètre sensible, une déviation de 5 ou 6 secondes dans le miroir horizontal, relativement à sa perpendiculaire au plan de l'instrument, ne causera aucune erreur sensible dans l'angle qu'on observera avec l'instrument ainsi disposé.

2. De même lorsqu'on ajuste l'instrument par l'horison, en employant une lunette dans cette opération, ce qui est toujours le moyen le plus avantageux, on trouvera plus de facilité à mettre les deux images de l'horison à une distance égale de celle des deux fils de la lunette, de façon qu'on puisse voir un carré bien égal, formé par les deux fils de la lunette & par les deux images de l'horison. Dans ce cas on suivra les avis donnés dans les n°. 184 & 196. C'est par la même méthode qu'on pourra déterminer plus aisément la valeur du champ entre les deux fils, au lieu de celle qu'on donne dans le n°. 214, qui est la plus commune. Car il est plus aisé de tenir l'instrument dans le sens vertical, & d'y former un carré bien égal au milieu du champ de la lunette en mouvant deux fois l'alidade pour que les images de l'horison changent de place: alors la moitié de la différence des minutes & degrés marqués sur le limbe par ces deux opérations, sera la valeur du champ total entre les deux fils de la lunette.

N O T E n n , pour le n°. 251.

1. L'ajustement de l'instrument par deux Astres, dont un soit près du couchant & l'autre lui soit opposé, de façon que leurs deux hauteurs sur l'horison soient égales au double de la dépression actuelle de l'horison suppose que cette dépression soit préalablement connue par la méthode du n°. 223. Il vaudra mieux que les deux Astres soient également élevés sur l'horison, c'est-à-dire que chacun soit à une hauteur égale à la dépression actuelle de l'horison; & en outre, que les deux astres soient le plus près qu'il se peut de la direction du Nord au Sud. Car s'ils étoient fort près du premier vertical (dans la direction de l'Est à l'Ouest) & qu'un d'eux fut fort près de son contact avec l'horison, il faudroit pratiquer les deux opérations de cet ajustement presque dans le même instant (ce qu'il n'est pas aisé de faire); autrement les changemens de la position des Astres, lorsqu'ils sont près du premier vertical, deviennent encore plus rapides qu'ils l'étoient avant, à l'approche de l'horison, par la réfraction successive de la densité croissante des couches inférieures de l'atmosphère.

N O T E o o , pour les n°. 276 & 280.

1. Les *Ephémérides des Mouvements célestes* pour le Méridien de Paris, qui contiennent les dix années de 1775 à 1784, venant d'être publiées depuis que la feuille qui contient les n°. 276 & 280 de ce Traité, est imprimée, j'en tirerai les 3 Tables de la Déclinaison du Soleil & des Etoiles, qu'on trouvera à la fin de l'Ouvrage, au lieu de celles que j'avois promises dans les articles dont je viens de parler, qui d'ailleurs ne peuvent pas être aussi exactes. J'ajouterai de plus la Table XII, qui m'a été communiquée par M. de la Lande, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, Savant très-connu du Public par ses Ouvrages d'Astronomie, & d'autres sujets intéressans. Cette Table donne, à peu de chose près, les petites différences qu'il faut *ajouter ou retrancher* aux Déclinaisons du Soleil données par ces Tables, lorsqu'on en voudra faire usage dans les périodes suivantes.

2. Par exemple, la Table VIII, qui donne la Déclinaison du Soleil pour 1775, pourra bien être employée dans les années 1779, 1783, 1787 & 1791, en y faisant les petites corrections qui se trouvent marquées dans la Table XII. On appliquera les corrections de la première colonne à l'année 1779; celles de la seconde colonne à l'année 1783; & ainsi de suite, comme il est marqué à la tête de chaque colonne. Voici un exemple sur l'usage de cette Table. La Déclinaison du Soleil au premier Avril 1775, suivant la Table VIII, est  $4^{\circ} 34' 57''$ . Si l'on y ajoute les  $+ 43''$  de la colonne première de la Table XII, la somme  $+ 4^{\circ} 35' 40''$  fera la déclinaison du Soleil du premier Avril de l'an-

née 1779. Si l'on y ajoute  $+ 1' 26''$  de la deuxième colonne de la même Table XII; la somme  $4^{\circ} 36' 23''$  sera la Déclinaison du Soleil dans le premier Avril de l'année 1783, & ainsi de suite. De même dans le huit Septembre 1776 on trouve par la Table IX, que la Déclinaison du Soleil est  $5^{\circ} 24' 23''$ . Si l'on veut avoir la Déclinaison du même Astre dans un jour pareil de l'année 1792, on trouvera par la quatrième colonne de la Table XII, que la correction pour ce jour-là est  $- 2' 55''$ : ainsi on retranchera cette quantité de la Déclinaison dans la Table IX, & le reste  $5^{\circ} 21' 28''$  sera la Déclinaison du Soleil pour ce jour-là.

3. Lorsqu'il s'agira de la *Déclinaison du Soleil*, pour les jours qui ne sont point exprimés dans la Table XII, on prendra la correction proportionnelle qui leur conviendra, suivant la différence entre les jours les plus voisins; comme on le pratique généralement en des cas pareils pour toutes sortes de Tables. Par exemple, la correction de la *Déclinaison* du Soleil pour le 14 Août 1779, & des trois années suivantes, sera  $- 37''$ . Celle du 23 Novembre des mêmes années sera  $+ 25''$ , &c.

Cependant on ne doit pas s'attendre de connoître avec toute l'exactitude possible les Déclinaisons du Soleil, par le moyen des corrections dont il s'agit dans les périodes au-delà de celle pour laquelle ces Tables furent calculées. Car on n'a pu avoir égard dans ces corrections à la Nutation qui produit  $9''$  en plus ou en moins: & l'on y a négligé aussi la diminution de l'Obliquité & de l'Ecliptique. Néanmoins les erreurs qui en résultent, ne sont que de peu de *secondes*. Les signes qui marquent les différences données dans cette Table XII, changent dans le jour de l'Equinoxe & dans le jour du Solstice, comme il est aisé de s'en appercevoir par la même Table. Lorsque le Calendrier souffrira une interruption comme en 1800, il y aura d'autres changemens à faire dans les Déclinaisons données par ces Tables.

5. Pour ce qui regarde la *Table VII de la Déclinaison des Etoiles*, que j'ai tirée des *Ephémérides de M. de la Lande*, elle est beaucoup plus complète que celle que j'avois promise; & je suppose qu'elle n'est pas moins exacte. Mais comme cette Table est calculée pour l'année 1780, on doit y changer les signes des variations qu'elle donne, toutes les fois qu'on en fera usage avant cette année. Par exemple, la variation de la Déclinaison d'Aldebaran pour les dix années après le premier Janvier 1780, est suivant la Table  $+ 1' 22,1''$ . Mais dans le commencement de la présente année 1775, elle en doit avoir la moitié en moins, savoir,  $- 41,5''$ : & par conséquent sa Déclinaison dans le premier Janvier de cette année étoit  $16^{\circ} 3' 12,2'' - 41,5'' =$  c'est-à-dire  $16^{\circ} 2' 31''$ .

N O T E p p, pour le n°. 294.

Je copierai ici, pour mieux détailler les souhaits des Marins & des

Astronomes dont je parle dans cet article, ce que M. Du Séjour dit dans le Mémoire que je citerai dans la Note suivante, sur le Problème des distances apparentes de la Lune, réduites aux distances vues du centre de la Terre ». Je n'insisterai point, dit ce Savant, sur cette solution, qui dispense à la vérité d'avoir recours aux distances de la Lune aux Etoiles, calculées dans le *Nautical Almanack*, mais qui par-là même engage dans des calculs beaucoup plus longs. Cet usage & plusieurs autres, que l'on pourroit également faire des lieux calculés de la Lune, me fait regretter que ces lieux ne se trouvent pas calculés de six en six heures dans l'Ouvrage que je viens de citer. Cette addition, sans augmenter la peine des Calculateurs (puisque'ils n'ont pu se dispenser de ce travail) rendroit l'Ouvrage plus complet. Indépendamment du lieu de la Lune, de la Latitude, de la Longitude, de la parallaxe; je desirerois aussi qu'on y trouvât les *mouvemens horaires* pour les mêmes instans. Il seroit peut-être encore plus à desirer qu'on y insérât les *Ascensions droites* & les *Déclinaisons* de la Lune, avec les *mouvemens horaires* en ascension droite & en déclinaison. Cette addition vraiment utile mettroit les Astronomes à portée de vérifier les Tables de la Lune, en les comparant avec la plus grande facilité aux lieux observés ». J'ajouterai que c'est par le défaut de cette facilité qu'il y a très-peu d'Astronomes qui s'appliquent à faire ces vérifications, qui d'ailleurs, sont de la plus grande importance: & qu'il est très-fâcheux qu'aucunes des Ephémérides qui se publient dans l'Europe, ne donnent pas ces Calculs.

NOTE 99. pour le n°. 310.

Je n'ai pas cru nécessaire de donner la démonstration de la Méthode de M. le Chevalier de Borda, dont je parle dans ce numéro, pour ne pas trop augmenter ce Traité par des Calculs qui ne sont pas à la portée du commun des Marins. Néanmoins si quelqu'un étoit curieux d'en voir quelque démonstration, il en trouveroit une que M. Du Séjour, Membre fort distingué de l'Académie Royale des Sciences de Paris, a donné dans un excellent Mémoire qu'on imprime actuellement, parmi ceux de la même Académie, pour l'année 1772. Ce Mémoire a pour titre: *Nouvelles Méthodes analytiques pour calculer les Eclipses du Soleil, Occultations des Etoiles & des Planetes par la Lune, & en général pour réduire les observations de cet Astre au lieu vu du centre de la Terre*. Les Astronomes y trouveront des Méthodes directes pour les calculs les plus laborieux & les plus difficiles, qu'on n'avoit jusqu'à présent que par approximation, avec l'avantage extraordinaire d'obtenir dans le même temps les déterminations des erreurs qui peuvent provenir du défaut des observations, ou de quelque autre élément du Problème.

F I N. 16 AP 68

TABLE I.

TABLE II

DÉPRESSIONS  
DE  
L'HORIZON.

DEMI-DIAMETRES DU SOLEIL.

Voyez l'usage de cette Table dans les n°. 200, 265,  
290, & dans la Note ff.

Angles de la  
simple Dé-  
pression.

Voyez le n°. 223.

| Pieds<br>de<br>Paris. | Correc-<br>tions. | Diffé-<br>rences | Jours<br>du<br>mois. | Diametre<br>du Soleil. | Jours<br>du<br>mois. | Jours<br>du<br>mois. | Diametre<br>du Soleil. | Jours<br>du<br>mois. | Pieds<br>de<br>Paris. | Angles<br>corres-<br>pondans. |
|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 4                     | 2' 3"             | 27"              | Janv. 1              | 16' 18"                | 25                   | Avril 1              | 16' 1"                 | 25                   | 1                     | 1' 6"                         |
| 6                     | 2 30              | 24               | 7                    | 16 18                  | 19                   | 7                    | 15 59                  | 19                   | 4                     | 2 12                          |
| 8                     | 2 54              | 20               | 13                   | 16 17                  | 13                   | 13                   | 15 58                  | 13                   | 9                     | 3 18                          |
| 10                    | 3 14              | 19               | 19                   | 16 17                  | 7                    | 19                   | 15 56                  | 7                    | 16                    | 4 23                          |
| 12                    | 3 33              | 17               | 25                   | 16 16                  | 1 Déc.               | 25                   | 15 54                  | 1 Sept.              | 25                    | 5 29                          |
| 14                    | 3 50              | 16               | 1 Fév.               | 16 15                  | 25                   | Mai 1                | 15 53                  | 25                   | 36                    | 6 35                          |
| 16                    | 4 6               | 15               | 7                    | 16 14                  | 19                   | 7                    | 15 52                  | 19                   | 49                    | 7 41                          |
| 18                    | 4 21              | 14               | 13                   | 16 13                  | 13                   | 13                   | 15 50                  | 13                   | 64                    | 8 47                          |
| 20                    | 4 35              | 14               | 19                   | 16 12                  | 7                    | 19                   | 15 49                  | 7                    | 81                    | 9 53                          |
| 22                    | 4 49              | 13               | 25                   | 16 10                  | 1 Nov.               | 25                   | 15 48                  | 1 Août               | 100                   | 10 59                         |
| 24                    | 5 2               | 12               | 1 Mars               | 16 9                   | 25                   | Juin 1               | 15 47                  | 25                   | 121                   | 12 5                          |
| 26                    | 5 14              | 11               | 7                    | 16 8                   | 19                   | 7                    | 15 46                  | 19                   | 141                   | 13 10                         |
| 28                    | 5 25              | 10               | 13                   | 16 6                   | 13                   | 13                   | 15 46                  | 13                   | 169                   | 14 16                         |
| 30                    | 5 35              | 9                | 19                   | 16 4                   | 7                    | 19                   | 15 46                  | 7                    | 196                   | 15 22                         |
| 32                    | 5 44              |                  | 25                   | 16 3                   | 1 Oct.               | 25                   | 15 45                  | 1 Juill.             | 225                   | 16 28                         |

TABLE III

TABLE IV

# RÉFRACTIONS MOYENNES DES ASTRES.

expliquées dans le n<sup>o</sup>. 202, & dans la Note jj,  
n<sup>o</sup>. 4, page 155.

# CORRECTIONS DES DÉVIATIONS,

expliquées dans le n<sup>o</sup>. 206, & dans la Note bb.

| haut.<br>des<br>Astr. | Réfr.<br>entre<br>les<br>trop. | Réfr.<br>hors<br>des<br>trop. | diffé-<br>ces. | haut.<br>des<br>Astr. | Réfr.<br>entre<br>les<br>trop. | Réfr.<br>hors<br>des<br>trop. | diffé-<br>ces. | Angles<br>mesu-<br>rés. | Déviat.<br>de<br>20 o". | Déviat.<br>de<br>30 o". | Déviat.<br>de<br>40 o". | Déviat.<br>de<br>50 o". | Déviat.<br>de<br>1° 0' 0". |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                       | I                              | II                            | I              | II                    | I                              | II                            | I              |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 0°                    | 27 0                           | 33 30                         | 6 30           | 24°                   | 1 41                           | 2 27                          | 0 46           | 0°                      | 0' 0"                   | 0' 0"                   | 0' 0"                   | 0' 0"                   | 0' 0"                      |
| 1                     | 20 31                          | 24 57                         | 4 26           | 25                    | 1 36                           | 2 21                          | 0 45           | 20                      | 0 1                     | 0 3                     | 0 5                     | 0 8                     | 0 12                       |
| 2                     | 15 53                          | 19 03                         | 3 7            | 26                    | 1 31                           | 2 15                          | 0 44           | 40                      | 0 3                     | 0 6                     | 0 20                    | 0 16                    | 0 23                       |
| 3                     | 12 25                          | 14 57                         | 2 32           | 27                    | 1 27                           | 2 9                           | 0 42           | 60                      | 0 4                     | 0 9                     | 0 16                    | 0 25                    | 0 36                       |
| 4                     | 10 5                           | 12 9                          | 2 4            | 28                    | 1 24                           | 2 4                           | 0 40           | 80                      | 0 6                     | 0 13                    | 0 23                    | 0 36                    | 0 52                       |
| 5                     | 8 18                           | 10 10                         | 1 52           | 29                    | 1 20                           | 1 59                          | 0 39           | 90                      | 0 7                     | 0 16                    | 0 28                    | 0 44                    | 1 3                        |
| 6                     | 7 4                            | 8 42                          | 1 38           | 30                    | 1 17                           | 1 54                          | 0 37           | 100                     | 0 8                     | 0 19                    | 0 33                    | 0 52                    | 1 14                       |
| 7                     | 6 5                            | 7 41                          | 1 36           | 32                    | 1 10                           | 1 46                          | 0 36           | 110                     | 8 10                    | 0 22                    | 0 39                    | 1 1                     | 1 28                       |
| 8                     | 5 21                           | 6 51                          | 1 30           | 34                    | 1 6                            | 1 38                          | 0 32           | 120                     | 0 12                    | 0 27                    | 0 49                    | 1 17                    | 1 50                       |
| 9                     | 4 50                           | 6 10                          | 1 20           | 37                    | 1 0                            | 1 28                          | 0 28           | 130                     | 0 15                    | 0 34                    | 1 0                     | 1 34                    | 2 16                       |
| 10                    | 4 20                           | 5 37                          | 1 17           | 39                    | 0 55                           | 1 22                          | 0 27           | 140                     | 0 19                    | 0 43                    | 1 16                    | 1 59                    | 2 52                       |
| 11                    | 3 54                           | 5 9                           | 1 15           | 42                    | 0 49                           | 1 14                          | 0 25           | 150                     | 0 25                    | 0 58                    | 1 44                    | 2 43                    | 3 52                       |
| 12                    | 3 31                           | 4 45                          | 1 4            | 45                    | 0 44                           | 1 6                           | 0 22           | 160                     | 0 40                    | 1 29                    | 2 38                    | 4 7                     | 5 56                       |
| 13                    | 3 14                           | 4 24                          | 1 10           | 50                    | 0 38                           | 0 56                          | 0 15           | 170                     | 0 19                    | 2 58                    | 5 18                    | 8 17                    | 11 51                      |
| 14                    | 2 58                           | 4 5                           | 1 7            | 56                    | 0 30                           | 0 45                          | 0 15           | 180                     | 40 0                    | 1° 0' 0"                | 1° 20' 0"               | 1° 40' 0"               | 2° 0' 0"                   |
| 15                    | 2 48                           | 3 49                          | 1 1            | 61                    | 0 25                           | 0 37                          | 0 15           |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 16                    | 2 36                           | 3 35                          | 0 59           | 66                    | 0 20                           | 0 30                          | 0 10           |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 17                    | 2 26                           | 3 23                          | 0 57           | 72                    | 0 15                           | 0 22                          | 0 7            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 18                    | 2 17                           | 3 12                          | 0 55           | 77                    | 0 11                           | 0 16                          | 0 5            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 19                    | 2 10                           | 3 3                           | 0 53           | 81                    | 0 7                            | 0 11                          | 0 4            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 20                    | 2 3                            | 2 35                          | 0 52           | 84                    | 0 4                            | 0 7                           | 0 3            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 21                    | 1 57                           | 2 47                          | 0 50           | 86                    | 0 2                            | 0 4                           | 0 2            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 22                    | 1 51                           | 2 40                          | 0 49           | 88                    | 0 1                            | 0 2                           | 0 1            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |
| 23                    | 1 45                           | 2 33                          | 0 48           | 90                    | 0 0                            | 0 0                           | 0 0            |                         |                         |                         |                         |                         |                            |

### TABLE V.

Haut. appar. de la ☾

## PARALLAXE HORIZONTAL DE LA LUNE.

réduite en parallaxe de hauteur, expliquée  
dans le n<sup>o</sup>. 205, page 59.

| 0° | 53' | 54' | 55' | 56' | 57' | 58' | 59' | 60' | 61' | 62' |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1° | 53' | 54' | 55' | 56' | 57' | 58' | 59' | 60' | 61' | 62' |
| 5  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  |
| 8  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  |
| 11 | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 14 | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  |
| 18 | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  |
| 21 | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  |
| 24 | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 26 | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  |
| 29 | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  |
| 31 | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  |
| 33 | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 35 | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  |
| 37 | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  |
| 39 | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  |
| 40 | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 42 | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  |
| 43 | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  |
| 45 | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  |
| 46 | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 48 | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  |
| 49 | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  |
| 51 | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  |
| 52 | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 53 | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  |
| 55 | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  |
| 56 | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  |
| 57 | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  |

Haut. appar. de la ☾

## PARALLAXE HORIZONTAL DE LA LUNE.

réduite en parallaxe de hauteur, ex-  
pliquée dans le n<sup>o</sup>. 205, page 54.

| 0° | 53' | 54' | 55' | 56' | 57' | 58' | 59' | 60' | 61' | 62' |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 59 | 27  | 28  | 28  | 29  |     | 30  | 30  | 31  | 31  | 32  |
| 60 | 26  | 27  | 27  | 28  |     | 29  | 29  | 30  | 30  | 31  |
| 62 | 25  | 25  | 26  | 26  | 27  | 27  | 28  | 28  | 29  | 29  |
| 63 | 24  | 24  | 25  | 25  | 26  | 26  | 27  | 27  | 28  | 28  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 65 | 23  | 23  | 23  | 24  | 24  | 24  | 25  | 25  | 26  | 26  |
| 66 | 22  | 22  | 22  | 23  | 23  | 24  | 24  | 24  | 25  | 25  |
| 67 | 21  | 21  | 21  | 22  | 22  | 23  | 23  | 23  | 24  | 24  |
| 68 | 20  | 20  | 21  | 21  | 21  | 22  | 22  | 22  | 23  | 23  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 69 | 19  | 19  | 20  | 20  | 20  | 21  | 21  | 21  | 22  | 22  |
| 70 | 18  | 18  | 19  | 19  | 19  | 20  | 20  | 20  | 21  | 21  |
| 72 | 17  | 17  | 17  | 17  | 18  | 18  | 18  | 18  | 19  | 19  |
| 73 | 16  | 16  | 16  | 16  | 17  | 17  | 17  | 17  | 18  | 18  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 74 | 15  | 15  | 15  | 15  | 16  | 16  | 16  | 16  | 17  | 17  |
| 75 | 14  | 14  | 14  | 14  | 15  | 15  | 15  | 15  | 16  | 16  |
| 76 | 13  | 13  | 13  | 14  | 14  | 14  | 14  | 14  | 15  | 15  |
| 77 | 12  | 12  | 12  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  | 14  | 14  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 78 | 11  | 11  | 11  | 12  | 12  | 12  | 12  | 12  | 13  | 13  |
| 79 | 10  | 10  | 10  | 11  | 11  | 11  | 11  | 11  | 12  | 12  |
| 80 | 9   | 9   | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 11  | 11  |
| 81 | 8   | 8   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 10  | 10  |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 82 | 7   | 7   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 9   | 9   |
| 84 | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 7   | 7   |
| 85 | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 6   | 6   |
| 86 | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   |
|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 87 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   | 4   |
| 88 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   |
| 89 | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   |
| 90 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   |

TABLE VI.

| Haut.<br>appar.<br>de la C | Augmentation du Diametre horifontal de la Lune,<br>à différentes hauteurs. |        |         |        |         |        |         |        |         |        | Distances app.<br>au Zénith. |
|----------------------------|--|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------------------------|
|                            | 29' 30"  | 30' 0" | 30' 30" | 31' 0" | 31' 30" | 32' 0" | 32' 30" | 33' 0" | 33' 30" |        |                              |
| Degrés                     | "  | "      | "       | "      | "       | "      | "       | "      | "       | Degrés |                              |
| 0                          | 0,2  | 0,2    | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,3    | 0,3     | 90     |                              |
| 3                          | 1,7  | 1,7    | 1,8     | 1,8    | 1,9     | 1,9    | 2,0     | 2,1    | 2,2     | 87     |                              |
| 6                          | 3,2  | 3,3    | 3,4     | 3,5    | 3,6     | 3,7    | 3,8     | 3,9    | 4,1     | 84     |                              |
| 9                          | 4,7  | 4,8    | 4,9     | 5,1    | 5,2     | 5,4    | 5,5     | 5,7    | 5,9     | 91     |                              |
| 12                         | 6,1  | 6,3    | 6,4     | 6,7    | 6,9     | 7,1    | 7,3     | 7,5    | 7,8     | 78     |                              |
| 15                         | 7,5  | 7,7    | 7,9     | 8,2    | 8,5     | 8,7    | 9,0     | 9,3    | 9,6     | 75     |                              |
| 18                         | 8,8  | 9,1    | 9,4     | 10,1   | 10,4    | 10,6   | 10,7    | 11,1   | 11,4    | 72     |                              |
| 21                         | 10,2   | 10,7   | 10,9    | 11,3   | 11,7    | 12,1   | 12,4    | 12,8   | 13,2    | 69     |                              |
| 24                         | 11,6   | 12,0   | 12,4    | 12,8   | 13,2    | 13,6   | 14,0    | 14,5   | 14,9    | 66     |                              |
| 27                         | 12,9   | 13,4   | 13,8    | 14,3   | 14,7    | 15,2   | 15,6    | 16,1   | 16,6    | 63     |                              |
| 30                         | 14,2   | 14,7   | 15,2    | 15,7   | 16,1    | 16,6   | 17,1    | 17,7   | 18,3    | 60     |                              |
| 33                         | 15,4   | 15,9   | 16,5    | 17,0   | 17,5    | 18,0   | 18,6    | 19,2   | 19,9    | 57     |                              |
| 36                         | 16,6   | 17,1   | 17,7    | 18,3   | 18,9    | 19,5   | 20,1    | 20,8   | 21,4    | 54     |                              |
| 39                         | 17,7   | 18,3   | 18,9    | 19,5   | 20,2    | 20,9   | 21,5    | 22,2   | 22,9    | 51     |                              |
| 42                         | 18,8   | 19,4   | 20,1    | 20,8   | 21,5    | 22,2   | 22,9    | 23,6   | 24,3    | 48     |                              |
| 45                         | 19,9   | 20,6   | 21,3    | 22,0   | 22,7    | 23,4   | 24,2    | 25,0   | 25,7    | 45     |                              |
| 48                         | 20,9   | 21,6   | 22,4    | 23,1   | 23,8    | 24,6   | 25,4    | 26,2   | 27,0    | 42     |                              |
| 51                         | 21,9   | 22,6   | 23,4    | 24,2   | 24,9    | 25,7   | 26,6    | 27,4   | 28,2    | 39     |                              |
| 54                         | 22,8   | 23,6   | 24,4    | 25,2   | 26,0    | 26,8   | 27,7    | 28,5   | 29,4    | 36     |                              |
| 57                         | 23,6   | 24,5   | 25,3    | 26,1   | 27,0    | 27,9   | 28,7    | 29,6   | 30,5    | 33     |                              |
| 60                         | 24,3   | 25,2   | 26,1    | 27,0   | 27,8    | 28,7   | 29,6    | 30,5   | 31,4    | 30     |                              |
| 63                         | 25,0   | 25,9   | 26,8    | 27,7   | 28,6    | 29,5   | 30,4    | 31,3   | 32,3    | 27     |                              |
| 66                         | 25,6   | 26,5   | 27,4    | 28,3   | 29,3    | 30,2   | 31,1    | 32,1   | 33,1    | 24     |                              |
| 69                         | 26,2   | 27,1   | 28,0    | 28,9   | 29,9    | 30,8   | 31,8    | 32,8   | 33,8    | 21     |                              |
| 72                         | 26,7   | 27,6   | 28,5    | 29,4   | 30,4    | 31,4   | 32,4    | 33,4   | 34,4    | 18     |                              |
| 75                         | 27,1   | 28,0   | 28,9    | 29,9   | 30,9    | 31,9   | 32,9    | 33,9   | 34,9    | 15     |                              |
| 78                         | 27,4   | 28,8   | 29,3    | 30,3   | 31,3    | 32,3   | 33,3    | 34,3   | 35,3    | 12     |                              |
| 81                         | 27,7   | 27,6   | 29,6    | 30,6   | 31,6    | 32,6   | 33,6    | 34,6   | 35,7    | 9      |                              |
| 84                         | 27,9   | 28,8   | 29,8    | 30,8   | 31,8    | 32,8   | 33,9    | 34,8   | 36,0    | 6      |                              |
| 87                         | 28,0   | 28,9   | 29,9    | 30,9   | 31,9    | 33,0   | 34,1    | 35,1   | 36,2    | 3      |                              |
| 90                         | 28,0   | 29,0   | 30,0    | 31,0   | 32,0    | 33,0   | 34,1    | 35,1   | 36,2    | 0      |                              |

On trouve l'usage de cette Table VI, expliqué dans le n°. 205 de ce Traité, page 59 : & on voit l'application dans les exemples 4 & 5 du n°. 271, & dans celui du n°. 314.

# T A B L E V I I.

167

Déclinaisons des Etoiles de premiere & seconde Magnitude, calculées pour l'année 1780, & leur variation pour dix ans. On doit en changer les *signes* pour les années qui précèdent cette année.

| Noms des Etoiles, & Lettres qui les désignent dans les Cartes célestes. | Grandeur | Déclinaison moyenne. | Variation en 10 ans | Noms des Etoiles, & Lettres qui les désignent dans les Cartes célestes. | Grandeur | Déclinaison moyenne. | Variation en 10 ans |
|---|----------|----------------------|---------------------|---|----------|----------------------|---------------------|
|   | 0        | "                    | "                   |   | 0        | "                    | "                   |
| γ de Pégaſe, <i>Algénib.</i>  | 2        | 13.57.39,6N          | +3.20,5             | δ Cuiffe du Lion.   | 2        | 21.43.42,8N          | -3.14,1             |
| α à la tête du Phénix.  | 2        | 43.29.52,1 S         | -3.20,1             | β Queue du Lion.  | 2        | 15.48.11,6N          | -3.19,6             |
| β Queue de la Baleine.  | 2        | 19.11.51,4 S         | -3.18,5             | γ de la grande Ourſe.   | 2        | 54.55. 7,4N          | -3.19,9             |
| β dans la ceinture d'Androm.  | 2        | 34.27. 1,0N          | +3.14,2             | δ du Centaure.  | 2        | 49.29.40,3 S         | +3.20,4             |
| α de l'Eridan, <i>Achernar.</i>   | 1        | 58.21.33,7 S         | -3. 5,4             | α au pied de la Croix.  | 1        | 61.52.45,7 S         | +3.20,0             |
| γ Cuiffe d'Andromede.   | 2        | 41.15.55,9N          | +2.57,7             | γ au ſommet de la Croix.  | 2        | 55.52.42,2 S         | +3.19,8             |
| α de l'Hydre.   | 2        | 62.38.42,4 S         | -2.57,1             | γ du Centaure.  | 2        | 47.44.49,4 S         | +3.18,8             |
| α Mâchoire de la Baleine.   | 2        | 3.13. 0,2N           | +2.27,5             | β au bras de la Croix.  | 2        | 58.29. 1,0 S         | +3.18,1             |
| β de Perſée, <i>Algol.</i>  | 2        | 40. 5.38,8N          | +2.25,6             | α de la grande Ourſe.   | 2        | 57. 9.30,4N          | -3.16,7             |
| α du Taureau, <i>Aldebaran.</i>   | 1        | 16. 3.12,7N          | +1.22,1             | α de la Vierge, l' <i>Epi.</i>  | 1        | 10. 0.21,9 S         | +3.10,3             |
| α du Cocher, la <i>Chèvre.</i>  | 1        | 45.45.19,3N          | +0.51,5             | ζ de la grande Ourſe.   | 2        | 56. 4.47,6N          | -4. 9,9             |
| β d'Orion, <i>Rigel.</i>  | 1        | 8.28. 7,4 S          | -0.48,7             | α au ventre du Centaure.  | 2        | 52.20.14,8 S         | +3. 6,5             |
| ε Corne boréale du Taureau.   | 2        | 28.24.15,3N          | +0.41,4             | η Dern. de la grande Ourſe.   | 2        | 50.25.3 9N           | -3. 2,2             |
| γ Epaule d'Orion.   | 2        | 6. 8. 1,5N           | +0.40,6             | β à la jambe du Centaure.   | 1        | 59.17.56,9 S         | +2.58,5             |
| δ ſur le baudrier d'Orion.  | 2        | 0.28.33,5 S          | -0.34,2             | α du Bouvier, <i>Arcturus.</i>  | 1        | 20.22.57,9N          | -2.13,4             |
| ε ſur le baudrier d'Orion.  | 2        | 1.21.26,7 S          | -0.30,5             | η du bouclier du Centaure.  | 2        | 41.10.41,1 S         | +2.43,4             |
| ζ ſur le baudrier d'Orion.  | 2        | 2. 4.25,9 S          | -0.26,5             | α au pied du Centaure.  | 1        | 59.55.14,7 S         | +2.41,6             |
| α de la Colombe.  | 2        | 34.12. 5,3 S         | -0.24,7             | α Baſſin auſtral de la Baleine  | 2        | 15. 6.53,0 S         | +2.34,3             |
| α au genou d'Orion.   | 2        | 9.45.37,7 S          | -0.19,8             | β de Libra, Baſſin boréal.  | 1        | 8.33.26,2 S          | +2.18,5             |
| β du Cocher.  | 2        | 44.54. 6,2N          | +0.14,6             | α Couronne boréale.   | 2        | 27.28. 4,1N          | -2. 5,2             |
| α Epaule ori. d'Orion.  | 1        | 7.21. 1,7N           | +0.14,7             | α au cou du Serpent.  | 2        | 7. 7.53,4N           | +1.59,7             |
| ζ du grand Chien.   | 2        | 29.58.38,1 S         | +0.10,4             | ε au front du Scorpion.   | 2        | 19.11.12,7 S         | +1.45,8             |
| β du grand Chien.   | 2        | 17.51.40,6 S         | +0.11,4             | α du Scorpion, <i>Antarès.</i>  | 1        | 25.55.33,1 S         | +1.28,0             |
| α du vaiſſeau, <i>Canopus.</i>  | 1        | 52.34.53,5 S         | +0.16,7             | α du Triangle auſtral.  | 2        | 68.35 28,2 S         | +1.20,3             |
| γ Jambe de Pollux.  | 2        | 16.34.17,1N          | -0.21,8             | ζ au genou d'Ophiucus.  | 2        | 10. 6.18,8 S         | +1.20,7             |
| α du grand Chien, <i>Sirius.</i>  | 1        | 16.25. 5,4 S         | +0.30,9             | η au genou d'Ophiucus.  | 2        | 15.26. 8,0 S         | -1.53,7             |
| δ du grand Chien.   | 2        | 26. 3.24,8 S         | +0.51,4             | α à la tête d'Hercule.  | 2        | 14.39.20,1N          | +0.48,1             |
| γ du grand Chien.   | 2        | 28.53. 8,8 S         | +1. 4,7             | λ Scorpion, ſur le dard.  | 2        | 36.55.19,3 S         | +0.35,9             |
| α Tête de Caſtor.   | 1        | 32.21.12,2N          | -1. 9,0             | δ Scorpion ſur le 5 <sup>e</sup> nœud.                                  | 2        | 42.50. 7,3 S         | -0.33,5             |
| α du petit Chien, <i>Procyon.</i>                                       | 1        | 5.47. 0,1N           | -1.14,9             | α à la tête d'Ophiucus.   | 2        | 12.44.14,7N          | -0.30,7             |
| β Tête de Pollux.   | 2        | 28.32.31,1N          | -1.18,2             | α Scorpion ſur le 7 <sup>e</sup> dœud.                                  | 2        | 38.53.43,5 S         | +0.28,5             |
| γ du vaiſſeau.  | 2        | 39.23.28,8 S         | -1.37,0             | α de la Lyre.   | 1        | 38.35.16,7N          | +0.25,7             |
| γ du vaiſſeau.  | 2        | 46.41.40,0 S         | +1.42,3             | β ſur l'épaule du Sagittaire.   | 2        | 26.33. 2,9 S         | -0.36,2             |
| ε du vaiſſeau.  | 2        | 58.48.30,6 S         | +1.53,5             | β du loſange de la Lyre.  | 2        | 33. 7.14,1N          | +0.36,5             |
| δ ſur le milieu du vaiſſeau.  | 2        | 53.54.23,7 S         | +2. 8,0             | α Bec de l'Aigle.   | 1        | 8.17.57,1N           | +1.24,8             |
| λ du vaiſſeau.  | 2        | 42.33. 7,8 S         | +2.21,7             | α L'œil du Paon.  | 1        | 57.26.10,5 S         | -1.46,3             |
| ε ſur les rames du vaiſſeau.  | 1        | 68.48.49,0 S         | +2.28,3             | α Queue du Cygne.   | 2        | 44.30. 8,0 S         | +2. 4,7             |
| χ ſur le mât du vaiſſeau.   | 2        | 54. 4.31,9 S         | +2.30,8             | α à l'aile de la Grue.  | 2        | 48. 0.51,1 S         | -2.51,1             |
| α Cœur de l'Hydre.  | 2        | 7.42.45,5 S          | +2.31,8             | α du Poifſon A. <i>Fomalant.</i>  | 1        | 30.46.52,8 S         | -3. 9,9             |
| α Cœur de Lion, <i>Regulus.</i>   | 1        | 13. 2.16,9N          | -2.52,1             | ε à la cuiffe du Pégaſe.  | 2        | 26.53.30,9N          | +3.12,0             |
| δ du vaiſſeau.  | 2        | 63.14.42,7 S         | +3. 6,9             | α Aile du Pégaſe.   | 2        | 14. 1.34,8N          | +3.12,1             |
| γ du vaiſſeau.  | 2        | 58.31.58,8 S         | +3. 7,5             | γ au pied du Cepheé.  | 3        | 76.24. 7,1N          | +3.18,9             |
| β de la grande Ourſe.   | 2        | 57.33.25,8N          | -3.10,8             | α Tête d'Andromede.   | 2        | 27.42.36,7N          | +3.20,4             |
| α de la grande Ourſe au Nord.   | 2        | 62.56. 8,2N          | -3.11,2             | ε ſur la chaîne de Caſſiop.   | 2        | 57.56.13,7N          | +3.20,4             |

## T A B L E V I I I.

## DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1775.

Cette Table peut servir aussi pour les années 1779, 1783, 1787 & 1791. Voyez la Note 00, page 160.

| Janvier           |          | Février           |         | Mars              |          | Avril             |          | Mai               |         | Juin              |          | Juillet           |         | Août              |          | Septem.           |          | Octobre           |          | Novem.            |          | Décem.            |          |            |
|-------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|------------|
| Décl. S. Décl. S. |          | Décl. S. Décl. S. |         | Décl. S. Décl. S. |          | Décl. N. Décl. N. |          | Décl. N. Décl. N. |         | Décl. N. Décl. N. |          | Décl. N. Décl. N. |         | Décl. N. Décl. N. |          | Décl. N. Décl. N. |          | Décl. S. Décl. S. |          | Décl. S. Décl. S. |          | Décl. S. Décl. S. |          |            |
| o / "             |          | o / "             |         | o / "             |          | o / "             |          | o / "             |         | o / "             |          | o / "             |         | o / "             |          | o / "             |          | o / "             |          | o / "             |          | o / "             |          |            |
| 1                 | 23 0 25  | 17 3 20           | 7 31 44 | 4 34 57           | 15 6 0   | 22 4 21           | 23 8 4   | 18 2 34           | 8 17 12 | 3 12 42           | 14 28 53 | 21 51 2           | 3 12 42 | 14 28 53          | 21 51 2  | 3 12 42           | 14 28 53 | 21 51 2           | 3 12 42  | 14 28 53          | 21 51 2  | 3 12 42           | 14 28 53 |            |
| 2                 | 22 55 56 | 16 46 3           | 7 8 53  | 4 58 2            | 15 24 0  | 22 12 20          | 23 3 51  | 17 47 18          | 7 55 19 | 3 36 1            | 14 48 1  | 22 0 7 3          | 3 36 1  | 14 48 1           | 22 0 7 3 | 3 36 1            | 14 48 1  | 22 0 7 3          | 3 36 1   | 14 48 1           | 22 0 7 3 | 3 36 1            | 14 48 1  |            |
| 3                 | 22 49 22 | 16 28 79          | 6 45 56 | 5 21 1            | 15 41 46 | 22 19 55          | 12 59 13 | 17 31 45          | 7 33 18 | 3 59 18           | 15 6 54  | 22 8 46           | 3 59 18 | 15 6 54           | 22 8 46  | 3 59 18           | 15 6 54  | 22 8 46           | 3 59 18  | 15 6 54           | 22 8 46  | 3 59 18           | 15 6 54  |            |
| 4                 | 22 43 11 | 16 10 37          | 6 22 54 | 5 43 55           | 15 59 16 | 22 27 6           | 22 54 11 | 17 15 55          | 7 11 10 | 4 22 32           | 15 25 33 | 22 16 59          | 4 22 32 | 15 25 33          | 22 16 59 | 4 22 32           | 15 25 33 | 22 16 59          | 4 22 32  | 15 25 33          | 22 16 59 | 4 22 32           | 15 25 33 |            |
| 5                 | 22 36 33 | 15 52 29          | 5 59 47 | 6 6 43            | 16 16 29 | 22 33 53          | 22 48 46 | 16 59 48          | 6 48 55 | 4 45 43           | 15 43 56 | 22 24 46          | 4 45 43 | 15 43 56          | 22 24 46 | 4 45 43           | 15 43 56 | 22 24 46          | 4 45 43  | 15 43 56          | 22 24 46 | 4 45 43           | 15 43 56 |            |
| 6                 | 22 29 28 | 15 34 5           | 5 36 35 | 6 29 24           | 16 33 26 | 22 40 17          | 22 42 58 | 16 43 23          | 6 26 33 | 5 8 51            | 16 2 3   | 22 32 8           | 5 8 51  | 16 2 3            | 22 32 8  | 5 8 51            | 16 2 3   | 22 32 8           | 5 8 51   | 16 2 3            | 22 32 8  | 5 8 51            | 16 2 3   |            |
| 7                 | 22 21 16 | 15 15 24          | 5 13 17 | 6 51 58           | 16 50 7  | 22 46 17          | 22 36 46 | 16 26 44          | 6 4 6   | 5 31 55           | 16 19 55 | 22 39 3           | 6 4 6   | 5 31 55           | 16 19 55 | 22 39 3           | 6 4 6    | 5 31 55           | 16 19 55 | 22 39 3           | 6 4 6    | 5 31 55           | 16 19 55 |            |
| 8                 | 22 13 58 | 14 56 28          | 4 49 55 | 7 14 25           | 17 6 32  | 22 51 54          | 22 30 10 | 16 9 48           | 5 41 32 | 5 54 54           | 16 37 30 | 22 45 30          | 5 41 32 | 5 54 54           | 16 37 30 | 22 45 30          | 5 41 32  | 5 54 54           | 16 37 30 | 22 45 30          | 5 41 32  | 5 54 54           | 16 37 30 |            |
| 9                 | 22 5 34  | 14 37 16          | 4 26 30 | 7 36 45           | 17 22 38 | 22 57 7           | 22 23 10 | 15 52 36          | 5 18 52 | 6 17 48           | 16 54 49 | 22 51 31          | 5 18 52 | 6 17 48           | 16 54 49 | 22 51 31          | 5 18 52  | 6 17 48           | 16 54 49 | 22 51 31          | 5 18 52  | 6 17 48           | 16 54 49 |            |
| 10                | 21 56 43 | 14 17 51          | 4 3 2   | 7 58 58           | 17 38 28 | 23 1 55           | 22 15 47 | 15 35 9           | 4 56 7  | 6 40 38           | 17 11 50 | 22 57 5           | 4 56 7  | 6 40 38           | 17 11 50 | 22 57 5           | 4 56 7   | 6 40 38           | 17 11 50 | 22 57 5           | 4 56 7   | 6 40 38           | 17 11 50 |            |
| 11                | 21 47 26 | 13 58 11          | 3 39 31 | 8 21 3            | 17 54 1  | 23 6 19           | 22 8 1   | 15 17 27          | 4 33 16 | 7 3 23            | 17 28 33 | 22 2 11 11        | 4 33 16 | 7 3 23            | 17 28 33 | 22 2 11 11        | 4 33 16  | 7 3 23            | 17 28 33 | 22 2 11 11        | 4 33 16  | 7 3 23            | 17 28 33 |            |
| 12                | 21 37 44 | 13 38 17          | 3 15 58 | 8 42 59           | 18 9 15  | 23 10 19          | 21 59 52 | 14 59 30          | 4 10 21 | 7 26 2            | 17 44 58 | 23 6 49 12        | 4 10 21 | 7 26 2            | 17 44 58 | 23 6 49 12        | 4 10 21  | 7 26 2            | 17 44 58 | 23 6 49 12        | 4 10 21  | 7 26 2            | 17 44 58 |            |
| 13                | 21 27 37 | 13 11 11          | 2 52 22 | 9 4 46            | 18 24 10 | 23 13 54          | 21 51 20 | 14 41 19          | 3 47 22 | 7 48 34           | 18 1 5   | 23 11 1           | 3 47 22 | 7 48 34           | 18 1 5   | 23 11 1           | 3 47 22  | 7 48 34           | 18 1 5   | 23 11 1           | 3 47 22  | 7 48 34           | 18 1 5   |            |
| 14                | 21 17 6  | 12 57 52          | 2 28 44 | 9 26 24           | 18 38 48 | 22 17 5           | 21 42 26 | 14 22 54          | 3 24 19 | 8 11 0            | 18 16 52 | 23 14 45 14       | 3 24 19 | 8 11 0            | 18 16 52 | 23 14 45 14       | 3 24 19  | 8 11 0            | 18 16 52 | 23 14 45 14       | 3 24 19  | 8 11 0            | 18 16 52 |            |
| 15                | 21 6 11  | 12 37 19          | 2 5 4   | 9 47 53           | 18 53 7  | 23 19 51          | 21 33 10 | 14 4 15           | 3 1 12  | 8 33 19           | 18 32 20 | 23 18 1 15        | 3 1 12  | 8 33 19           | 18 32 20 | 23 18 1 15        | 3 1 12   | 8 33 19           | 18 32 20 | 23 18 1 15        | 3 1 12   | 8 33 19           | 18 32 20 |            |
| 16                | 20 54 51 | 12 16 35          | 1 41 24 | 10 9 13           | 19 7 7   | 23 22 13          | 21 23 32 | 13 43 23          | 2 38 1  | 8 55 31           | 18 47 29 | 23 20 49 16       | 2 38 1  | 8 55 31           | 18 47 29 | 23 20 49 16       | 2 38 1   | 8 55 31           | 18 47 29 | 23 20 49 16       | 2 38 1   | 8 55 31           | 18 47 29 |            |
| 17                | 20 43 7  | 11 55 39          | 1 17 43 | 10 30 23          | 19 20 47 | 23 24 9           | 21 13 32 | 13 26 18          | 2 14 46 | 9 17 35           | 19 2 17  | 23 23 0 17        | 2 14 46 | 9 17 35           | 19 2 17  | 23 23 0 17        | 2 14 46  | 9 17 35           | 19 2 17  | 23 23 0 17        | 2 14 46  | 9 17 35           | 19 2 17  |            |
| 18                | 20 31 0  | 11 34 31          | 0 54 2  | 10 51 22          | 19 34 8  | 23 25 41          | 21 3 11  | 13 6 59           | 1 51 29 | 9 39 31           | 19 16 45 | 23 25 0 18        | 1 51 29 | 9 39 31           | 19 16 45 | 23 25 0 18        | 1 51 29  | 9 39 31           | 19 16 45 | 23 25 0 18        | 1 51 29  | 9 39 31           | 19 16 45 |            |
| 19                | 20 18 29 | 11 13 13          | 0 30 21 | 11 12 10          | 19 47 9  | 23 26 48          | 20 52 28 | 12 47 27          | 1 28 10 | 10 1 19           | 19 30 52 | 23 26 24 19       | 1 28 10 | 10 1 19           | 19 30 52 | 23 26 24 19       | 1 28 10  | 10 1 19           | 19 30 52 | 23 26 24 19       | 1 28 10  | 10 1 19           | 19 30 52 |            |
| 20                | 20 5 35  | 10 51 45          | 0 6 39  | 11 32 47          | 19 59 50 | 23 27 31          | 20 41 24 | 12 27 44          | 1 4 50  | 10 22 58          | 19 44 38 | 23 27 19 20       | 1 4 50  | 10 22 58          | 19 44 38 | 23 27 19 20       | 1 4 50   | 10 22 58          | 19 44 38 | 23 27 19 20       | 1 4 50   | 10 22 58          | 19 44 38 |            |
| 21                | 19 52 18 | 10 30 7           | 0 17 1  | 11 53 13          | 20 12 10 | 23 27 48          | 20 29 59 | 12 7 49           | 0 41 27 | 10 44 28          | 19 58 3  | 23 27 46 21       | 0 41 27 | 10 44 28          | 19 58 3  | 23 27 46 21       | 0 41 27  | 10 44 28          | 19 58 3  | 23 27 46 21       | 0 41 27  | 10 44 28          | 19 58 3  |            |
| 22                | 19 38 40 | 10 8 19           | 0 40 41 | 12 13 28          | 20 24 10 | 23 27 41          | 20 18 13 | 11 47 43          | 0 18 3  | 11 5 48           | 20 11 6  | 23 27 45 22       | 0 18 3  | 11 5 48           | 20 11 6  | 23 27 45 22       | 0 18 3   | 11 5 48           | 20 11 6  | 23 27 45 22       | 0 18 3   | 11 5 48           | 20 11 6  |            |
| 23                | 19 24 40 | 9 46 21           | 1 4 19  | 12 33 31          | 20 35 49 | 23 27 9           | 28 6 7   | 11 27 25          | 0 5 22  | 11 26 58          | 20 23 45 | 23 27 15 23       | 0 5 22  | 11 26 58          | 20 23 45 | 23 27 15 23       | 0 5 22   | 11 26 58          | 20 23 45 | 23 27 15 23       | 0 5 22   | 11 26 58          | 20 23 45 |            |
| 24                | 19 10 18 | 9 24 14           | 1 27 55 | 12 53 21          | 20 47 7  | 23 26 12          | 19 53 40 | 11 6 57           | 0 28 49 | 11 47 57          | 20 36 3  | 23 26 17 24       | 0 28 49 | 11 47 57          | 20 36 3  | 23 26 17 24       | 0 28 49  | 11 47 57          | 20 36 3  | 23 26 17 24       | 0 28 49  | 11 47 57          | 20 36 3  |            |
| 25                | 18 55 36 | 9 1 59            | 1 51 28 | 13 12 59          | 20 58 3  | 23 24 50          | 10 40 55 | 10 46 17          | 0 52 15 | 12 8 46           | 20 47 58 | 23 24 50 25       | 0 52 15 | 12 8 46           | 20 47 58 | 23 24 50 25       | 0 52 15  | 12 8 46           | 20 47 58 | 23 24 50 25       | 0 52 15  | 12 8 46           | 20 47 58 |            |
| 26                | 18 40 32 | 8 39 36           | 2 14 59 | 13 32 23          | 21 8 38  | 23 23 4           | 19 27 47 | 10 25 27          | 1 15 43 | 12 29 24          | 20 59 29 | 23 22 55 26       | 1 15 43 | 12 29 24          | 20 59 29 | 23 22 55 26       | 1 15 43  | 12 29 24          | 20 59 29 | 23 22 55 26       | 1 15 43  | 12 29 24          | 20 59 29 |            |
| 27                | 18 25 8  | 8 17 6            | 2 38 28 | 13 51 34          | 21 18 41 | 23 20 53          | 19 14 21 | 10 4 28           | 1 39 8  | 12 49 51          | 21 36 23 | 23 20 32 27       | 1 39 8  | 12 49 51          | 21 36 23 | 23 20 32 27       | 1 39 8   | 12 49 51          | 21 36 23 | 23 20 32 27       | 1 39 8   | 12 49 51          | 21 36 23 |            |
| 28                | 18 9 25  | 7 54 29           | 3 1 55  | 14 10 22          | 21 28 42 | 23 18 18          | 19 0 37  | 9 43 19           | 2 2 34  | 13 10 5           | 21 21 19 | 23 17 41 28       | 2 2 34  | 13 10 5           | 21 21 19 | 23 17 41 28       | 2 2 34   | 13 10 5           | 21 21 19 | 23 17 41 28       | 2 2 34   | 13 10 5           | 21 21 19 |            |
| 29                | 17 53 22 |                   | 3 25 17 | 14 29 16          | 21 38 11 | 23 15 15          | 18 46 34 | 9 22 0            | 2 25 58 | 13 30 7           | 21 31 38 | 23 14 22 29       | 2 25 58 | 13 30 7           | 21 31 38 | 23 14 22 29       | 2 25 58  | 13 30 7           | 21 31 38 | 23 14 22 29       | 2 25 58  | 13 30 7           | 21 31 38 |            |
| 30                | 17 37 1  |                   | 3 48 55 | 14 47 46          | 21 47 17 | 23 11 53          | 18 32 12 | 9 0 32            | 2 49 20 | 13 49 55          | 21 41 33 | 23 10 35 30       | 2 49 20 | 13 49 55          | 21 41 33 | 23 10 35 30       | 2 49 20  | 13 49 55          | 21 41 33 | 23 10 35 30       | 2 49 20  | 13 49 55          | 21 41 33 |            |
| 31                | 17 20 20 |                   | 4 11 48 |                   | 21 56 1  |                   | 17 32 1  | 8 38 56           |         | 14 9 30           |          | 23 6 21 32        |         | 14 9 30           |          | 23 6 21 32        |          | 14 9 30           |          | 23 6 21 32        |          | 14 9 30           |          | 23 6 21 32 |

# T A B L E I X.

## DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1776.

Cette Table peut aussi servir pour les années 1780, 1784, 1788 & 1792. Voyez la Note 00, page 160.

| Janvier  |    | Février  |    | Mars     |    | Avril    |   | Mai      |    | Juin     |    | Juillet  |    | Août     |    | Septem.  |    | Octobre  |    | Novem.   |    | Décem.   |    |    |
|----------|----|----------|----|----------|----|----------|---|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----|
| Décl. S. |    | Décl. S. |    | Décl. S. |    | Décl. N. |   | Décl. N. |    | Décl. N. |    | Décl. N. |    | Décl. N. |    | Décl. N. |    | Décl. S. |    | Décl. S. |    | Décl. S. |    |    |
| 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |   | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    | 0 1 11   |    |    |
| 1        | 23 | 1        | 39 | 17       | 7  | 31       | 7 | 14       | 29 | 4        | 52 | 25       | 15 | 19       | 40 | 22       | 10 | 27       | 23 | 4        | 56 | 17       | 51 | 3  |
| 2        | 22 | 56       | 29 | 16       | 50 | 18       | 6 | 51       | 33 | 5        | 15 | 26       | 13 | 37       | 28 | 22       | 18 | 8        | 23 | 0        | 25 | 17       | 35 | 34 |
| 3        | 22 | 50       | 51 | 16       | 32 | 47       | 6 | 28       | 52 | 5        | 38 | 21       | 15 | 55       | 1  | 22       | 25 | 25       | 22 | 55       | 29 | 17       | 19 | 48 |
| 4        | 22 | 44       | 46 | 16       | 15 | 0        | 6 | 5        | 26 | 6        | 1  | 10       | 16 | 12       | 18 | 22       | 32 | 18       | 22 | 50       | 9  | 17       | 3  | 45 |
| 5        | 22 | 38       | 14 | 15       | 56 | 56       | 5 | 42       | 14 | 6        | 23 | 52       | 16 | 29       | 21 | 22       | 38 | 47       | 22 | 44       | 25 | 16       | 47 | 25 |
| 6        | 22 | 31       | 15 | 15       | 38 | 36       | 5 | 18       | 58 | 6        | 46 | 28       | 16 | 46       | 5  | 22       | 44 | 53       | 22 | 38       | 18 | 16       | 30 | 48 |
| 7        | 22 | 23       | 50 | 15       | 19 | 59       | 4 | 55       | 37 | 7        | 8  | 58       | 17 | 2        | 33 | 22       | 50 | 36       | 22 | 31       | 48 | 16       | 13 | 56 |
| 8        | 22 | 15       | 58 | 15       | 1  | 6        | 4 | 32       | 13 | 7        | 31 | 20       | 17 | 18       | 45 | 22       | 55 | 54       | 22 | 24       | 55 | 15       | 56 | 48 |
| 9        | 22 | 7        | 40 | 14       | 41 | 59       | 4 | 8        | 46 | 7        | 53 | 35       | 17 | 34       | 39 | 23       | 0  | 48       | 22 | 17       | 38 | 15       | 39 | 25 |
| 10       | 21 | 58       | 56 | 14       | 22 | 37       | 3 | 45       | 15 | 8        | 15 | 41       | 17 | 50       | 16 | 23       | 5  | 18       | 22 | 9        | 57 | 15       | 21 | 47 |
| 11       | 21 | 49       | 45 | 14       | 3  | 0        | 3 | 21       | 42 | 8        | 37 | 39       | 18 | 5        | 35 | 23       | 9  | 14       | 22 | 1        | 54 | 15       | 3  | 53 |
| 12       | 21 | 40       | 10 | 13       | 43 | 10       | 2 | 58       | 7  | 8        | 59 | 28       | 18 | 20       | 35 | 23       | 13 | 5        | 21 | 53       | 28 | 14       | 45 | 46 |
| 13       | 21 | 30       | 10 | 13       | 23 | 6        | 2 | 34       | 29 | 9        | 21 | 9        | 18 | 35       | 17 | 23       | 16 | 22       | 21 | 44       | 39 | 14       | 27 | 24 |
| 14       | 21 | 19       | 45 | 13       | 2  | 50       | 2 | 10       | 49 | 9        | 42 | 41       | 18 | 49       | 40 | 23       | 19 | 14       | 21 | 35       | 28 | 14       | 8  | 48 |
| 15       | 21 | 8        | 54 | 12       | 42 | 21       | 1 | 47       | 9  | 10       | 4  | 3        | 19 | 3        | 45 | 23       | 21 | 42       | 21 | 25       | 55 | 13       | 49 | 59 |
| 16       | 20 | 57       | 39 | 12       | 21 | 40       | 1 | 23       | 29 | 10       | 25 | 15       | 19 | 17       | 30 | 23       | 23 | 44       | 21 | 16       | 0  | 13       | 30 | 56 |
| 17       | 20 | 46       | 1  | 12       | 0  | 47       | 0 | 59       | 48 | 10       | 46 | 17       | 19 | 30       | 56 | 23       | 25 | 22       | 21 | 5        | 44 | 13       | 11 | 41 |
| 18       | 20 | 33       | 59 | 11       | 39 | 42       | 0 | 36       | 7  | 11       | 7  | 8        | 19 | 44       | 2  | 23       | 26 | 36       | 20 | 55       | 6  | 12       | 52 | 13 |
| 19       | 20 | 21       | 34 | 11       | 18 | 26       | 0 | 12       | 26 | 11       | 27 | 47       | 19 | 56       | 48 | 23       | 27 | 24       | 20 | 44       | 7  | 12       | 32 | 33 |
| 20       | 20 | 8        | 46 | 10       | 57 | 0        | 0 | N        | 11 | 11       | 48 | 16       | 20 | 9        | 13 | 23       | 27 | 47       | 20 | 32       | 47 | 12       | 12 | 41 |
| 21       | 19 | 55       | 36 | 10       | 35 | 24       | 0 | 34       | 55 | 12       | 8  | 34       | 20 | 21       | 17 | 23       | 27 | 46       | 20 | 21       | 6  | 11       | 52 | 37 |
| 22       | 19 | 42       | 3  | 10       | 13 | 38       | 0 | 58       | 34 | 12       | 28 | 40       | 20 | 33       | 1  | 23       | 27 | 20       | 20 | 9        | 5  | 11       | 32 | 22 |
| 23       | 19 | 28       | 8  | 9        | 51 | 43       | 1 | 22       | 11 | 12       | 48 | 33       | 20 | 44       | 24 | 23       | 26 | 29       | 19 | 56       | 44 | 11       | 11 | 56 |
| 24       | 19 | 13       | 51 | 9        | 29 | 38       | 1 | 45       | 46 | 13       | 8  | 14       | 20 | 55       | 26 | 23       | 25 | 14       | 19 | 44       | 3  | 10       | 51 | 19 |
| 25       | 18 | 59       | 13 | 9        | 7  | 25       | 2 | 9        | 17 | 13       | 27 | 41       | 21 | 6        | 6  | 23       | 23 | 34       | 19 | 31       | 1  | 10       | 30 | 32 |
| 26       | 18 | 44       | 15 | 8        | 45 | 4        | 2 | 32       | 46 | 13       | 46 | 55       | 21 | 16       | 25 | 23       | 21 | 29       | 19 | 17       | 40 | 10       | 9  | 34 |
| 27       | 18 | 28       | 57 | 8        | 22 | 36       | 2 | 56       | 13 | 14       | 5  | 47       | 21 | 26       | 21 | 23       | 18 | 59       | 19 | 4        | 0  | 9        | 48 | 27 |
| 28       | 18 | 13       | 19 | 8        | 0  | 0        | 3 | 19       | 36 | 14       | 24 | 44       | 21 | 35       | 56 | 23       | 16 | 4        | 18 | 50       | 2  | 9        | 27 | 11 |
| 29       | 17 | 57       | 20 | 7        | 37 | 18       | 3 | 42       | 55 | 14       | 43 | 17       | 21 | 45       | 8  | 23       | 14 | 46       | 18 | 35       | 44 | 9        | 5  | 45 |
| 30       | 17 | 41       | 2  | 4        | 6  | 9        | 4 | 6        | 9  | 15       | 1  | 36       | 21 | 53       | 57 | 23       | 9  | 3        | 18 | 21       | 8  | 8        | 44 | 11 |
| 31       | 17 | 24       | 26 | 3        | 17 | 24       | 4 | 29       | 19 | 22       | 2  | 24       | 22 | 2        | 24 | 8        | 22 | 29       | 18 | 6        | 14 | 8        | 22 | 29 |

## T A B L E X.

## DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1777.

Cette Table peut aussi servir pour les années 1781, 1785, 1789 & 1790. Voyez la Note oo, page 160.

| Jours du mois. | Janvier  | Février  | Mars     | Avril    | Mai      | Juin     | Juillet  | Août     | Septem.  | Octobre  | Novem.   | Décem.   | Jours du mois. |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|
| Décl. S.       | Décl. S. | Décl. S. | Décl. S. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. S. | Décl. S. | Décl. S. |                |
| 1 22           | 57 47    | 16 54 32 | 7 20 3   | 4 46 49  | 15 15 18 | 22 8 33  | 23 5 59  | 17 54 47 | 8 5 57   | 3 24 42  | 14 38 44 | 21 55 48 | 1              |
| 2 22           | 52 17    | 16 37 6  | 6 57 8   | 5 9 51   | 15 33 10 | 22 16 19 | 23 1 34  | 17 39 22 | 7 44 2   | 3 48 1   | 14 57 45 | 22 4 39  | 2              |
| 3 22           | 46 19    | 16 19 23 | 6 34 8   | 5 32 48  | 15 50 47 | 22 23 41 | 22 56 45 | 17 23 40 | 7 21 58  | 4 11 16  | 15 16 31 | 22 13 5  | 3              |
| 4 22           | 39 53    | 16 1 22  | 6 11 4   | 5 55 38  | 16 8 8   | 22 30 40 | 22 51 31 | 17 7 40  | 6 59 46  | 4 34 28  | 15 35 2  | 22 21 5  | 4              |
| 5 22           | 33 1     | 15 43 5  | 5 47 54  | 6 18 22  | 16 25 14 | 22 37 16 | 22 45 53 | 16 51 24 | 6 37 27  | 4 57 37  | 15 53 18 | 22 28 38 | 5              |
| 6 22           | 25 41    | 15 24 32 | 5 24 39  | 6 40 59  | 16 42 3  | 22 43 28 | 22 39 51 | 16 34 53 | 6 15 2   | 5 20 42  | 16 11 18 | 22 35 45 | 6              |
| 7 22           | 17 57    | 15 5 43  | 5 1 19   | 7 3 30   | 16 58 36 | 22 49 16 | 22 33 26 | 16 18 5  | 5 52 31  | 5 43 44  | 16 29 1  | 22 42 26 | 7              |
| 8 22           | 9 44     | 14 46 40 | 4 37 55  | 7 25 54  | 17 14 51 | 22 54 40 | 22 26 38 | 16 1 0   | 5 29 54  | 6 6 41   | 16 46 27 | 22 48 40 | 8              |
| 9 22           | 1 6      | 14 27 23 | 4 14 29  | 7 48 11  | 17 30 49 | 22 59 40 | 22 19 26 | 15 43 40 | 5 7 11   | 6 29 34  | 17 3 36  | 22 54 28 | 9              |
| 10 21          | 52 3     | 14 7 50  | 3 51 0   | 8 10 20  | 17 46 30 | 23 4 16  | 22 11 52 | 15 26 5  | 4 44 24  | 6 52 21  | 17 20 28 | 22 59 48 | 10             |
| 11 21          | 42 34    | 13 48 2  | 3 27 27  | 8 32 20  | 18 1 53  | 23 8 28  | 22 3 55  | 15 8 16  | 4 21 31  | 7 15 2   | 17 37 2  | 23 4 40  | 11             |
| 12 21          | 32 39    | 13 28 1  | 3 3 52   | 8 54 12  | 18 16 58 | 23 12 15 | 21 55 34 | 14 50 12 | 3 58 33  | 7 37 37  | 17 53 18 | 23 9 5   | 12             |
| 13 21          | 22 20    | 13 7 48  | 2 40 14  | 9 15 55  | 18 31 45 | 23 15 37 | 21 46 51 | 14 31 54 | 3 35 32  | 8 0 6    | 18 9 15  | 23 13 2  | 13             |
| 14 21          | 11 36    | 12 47 22 | 2 16 35  | 9 37 28  | 18 46 13 | 23 18 35 | 21 37 46 | 14 13 21 | 3 12 29  | 8 22 29  | 18 24 53 | 23 16 32 | 14             |
| 15 21          | 0 28     | 12 26 44 | 1 52 56  | 9 58 52  | 19 0 22  | 23 21 9  | 21 28 18 | 13 54 35 | 2 49 18  | 8 44 45  | 18 40 11 | 23 19 34 | 15             |
| 16 20          | 48 55    | 12 5 53  | 1 29 16  | 10 20 6  | 19 14 12 | 23 23 18 | 21 18 29 | 13 35 36 | 2 26 5   | 9 6 52   | 18 55 10 | 23 22 7  | 16             |
| 17 20          | 36 58    | 11 44 52 | 1 5 35   | 10 41 10 | 19 27 43 | 23 25 2  | 21 8 18  | 13 16 24 | 2 2 49   | 9 28 52  | 19 9 48  | 23 24 12 | 17             |
| 18 20          | 24 39    | 11 23 39 | 0 41 53  | 11 2 4   | 19 40 54 | 23 26 21 | 20 57 45 | 12 56 59 | 1 39 31  | 9 50 44  | 19 24 5  | 23 25 49 | 18             |
| 19 20          | 11 57    | 11 2 15  | 0 18 11  | 11 22 48 | 19 53 45 | 23 27 15 | 20 46 51 | 12 37 22 | 1 16 12  | 10 12 28 | 19 38 1  | 23 26 58 | 19             |
| 20 19          | 58 52    | 10 40 41 | 0 5 29   | 11 43 20 | 20 6 15  | 23 27 45 | 20 35 35 | 12 17 12 | 0 52 50  | 10 34 2  | 19 51 36 | 23 27 39 | 20             |
| 21 19          | 45 24    | 10 18 57 | 0 29 10  | 12 3 40  | 20 18 24 | 23 27 50 | 20 23 59 | 11 57 31 | 0 29 26  | 10 55 27 | 20 4 50  | 23 27 52 | 21             |
| 22 19          | 31 34    | 9 57 4   | 0 52 49  | 12 23 48 | 20 30 13 | 23 27 30 | 20 12 3  | 11 37 19 | 0 6 1    | 11 16 42 | 20 17 41 | 23 27 36 | 22             |
| 23 19          | 17 23    | 9 35 2   | 1 16 26  | 12 43 44 | 20 41 42 | 23 26 45 | 19 59 47 | 11 16 55 | 0 51 7   | 11 37 47 | 20 30 9  | 23 26 52 | 23             |
| 24 19          | 2 50     | 9 12 52  | 1 40 1   | 13 3 28  | 20 52 49 | 23 25 35 | 19 47 10 | 10 56 21 | 0 40 52  | 11 58 41 | 20 42 14 | 23 25 39 | 24             |
| 25 18          | 47 57    | 8 50 33  | 2 3 34   | 13 22 59 | 21 3 34  | 23 24 1  | 19 34 13 | 10 35 37 | 1 4 18   | 12 19 25 | 20 53 57 | 23 23 58 | 25             |
| 26 18          | 32 43    | 8 28 6   | 2 27 4   | 13 42 17 | 21 13 57 | 23 22 3  | 19 20 57 | 10 14 42 | 1 27 44  | 12 39 57 | 21 5 16  | 23 21 49 | 26             |
| 27 18          | 17 9     | 8 5 32   | 2 50 31  | 14 1 21  | 21 23 59 | 23 19 40 | 19 7 22  | 9 53 37  | 1 51 10  | 13 0 17  | 21 16 11 | 23 19 11 | 27             |
| 28 18          | 1 16     | 7 42 51  | 3 13 15  | 14 20 12 | 21 33 39 | 23 16 52 | 18 53 29 | 9 32 23  | 2 14 35  | 13 20 25 | 21 26 43 | 23 16 6  | 28             |
| 29 17          | 45 4     |          | 3 37 15  | 14 38 49 | 21 42 56 | 23 13 39 | 18 39 16 | 9 11 0   | 2 42 59  | 13 40 20 | 21 36 50 | 23 12 32 | 29             |
| 30 17          | 28 32    |          | 4 0 31   | 14 57 11 | 21 51 51 | 23 10 1  | 18 24 44 | 8 49 27  | 3 1 21   | 14 0 1   | 21 46 31 | 23 8 31  | 30             |
| 31 17          | 11 41    |          | 4 23 42  |          | 22 0 23  | 23 0 23  | 18 9 54  | 8 27 46  |          | 14 19 29 | 23 23 4  | 23 4 2   | 31             |

# T A B L E X I.

## DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1778.

Cette Table peut aussi servir pour les années 1781, 1786, 1790 & 1794. Voyez la Note 00, page 160.

| Jours du mois. | Janvier  | Février  | Mars     | Avril    | Mai      | Juin     | Juillet  | Août     | Septem.  | Octobre  | Novem.   | Décem.   |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Décl. S.       | Décl. S. | Décl. S. | Décl. S. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. N. | Décl. S. | Décl. S. | Décl. S. |
| 1              | 22 59    | 6 16     | 58 45    | 4 41     | 13 15    | 10 58    | 22 6     | 39 23    | 7 2      | 17 58    | 30 14    | 34 7     |
| 2              | 22 53    | 42 16    | 41 23    | 5 4      | 17 15    | 28 53    | 22 14    | 30 23    | 2 42     | 17 43    | 9 14     | 33 11    |
| 3              | 22 47    | 50 16    | 23 44    | 5 27     | 15 15    | 46 34    | 22 21    | 58 22    | 57 59    | 17 27    | 31 4     | 22 11    |
| 4              | 22 41    | 31 16    | 5 48     | 5 50     | 7 16     | 3 59     | 22 29    | 3 22     | 52 51    | 17 11    | 36 4     | 22 19    |
| 5              | 22 34    | 45 15    | 47 35    | 6 12     | 52 16    | 21 8     | 22 35    | 44 22    | 47 19    | 16 55    | 24 6     | 22 26    |
| 6              | 22 27    | 33 15    | 29 6     | 6 35     | 31 16    | 38 1     | 22 42    | 2 22     | 41 23    | 16 38    | 56 22    | 22 34    |
| 7              | 22 19    | 54 15    | 10 22    | 6 58     | 4 16     | 54 38    | 22 47    | 56 22    | 35 4     | 16 22    | 11 22    | 22 40    |
| 8              | 22 11    | 49 14    | 51 22    | 7 20     | 30 17    | 10 58    | 22 53    | 26 22    | 28 21    | 16 5     | 10 22    | 22 47    |
| 9              | 22 3     | 17 14    | 32 7     | 7 42     | 48 17    | 27 1     | 22 58    | 32 22    | 21 15    | 15 47    | 54 6     | 22 53    |
| 10             | 21 54    | 19 14    | 12 37    | 8 4      | 58 17    | 42 46    | 23 3     | 14 22    | 13 46    | 15 30    | 23 4     | 22 58    |
| 11             | 21 44    | 56 13    | 52 53    | 8 27     | 1 17     | 58 13    | 23 7     | 31 22    | 5 53     | 15 12    | 37 4     | 23 3     |
| 12             | 21 35    | 8 13     | 32 56    | 8 48     | 56 18    | 13 23    | 23 11    | 24 21    | 57 58    | 14 54    | 36 4     | 23 8     |
| 13             | 21 24    | 55 13    | 12 46    | 9 10     | 41 18    | 28 15    | 23 14    | 53 21    | 49 1     | 14 36    | 20 4     | 23 12    |
| 14             | 21 14    | 17 12    | 52 23    | 9 32     | 16 18    | 42 48    | 23 17    | 57 21    | 40 2     | 14 17    | 52 8     | 23 15    |
| 15             | 21 3     | 14 12    | 31 47    | 9 53     | 42 18    | 57 1     | 23 20    | 36 21    | 30 40    | 13 59    | 10 23    | 23 18    |
| 16             | 20 51    | 47 12    | 10 59    | 10 14    | 59 19    | 10 54    | 23 22    | 51 23    | 20 55    | 13 40    | 14 23    | 23 21    |
| 17             | 20 39    | 57 11    | 50 0     | 10 36    | 6 19     | 24 29    | 23 24    | 41 23    | 10 49    | 13 21    | 5 17     | 23 23    |
| 18             | 20 27    | 41 11    | 28 49    | 10 57    | 3 19     | 37 45    | 23 26    | 6 21     | 0 22     | 13 1     | 43 19    | 23 25    |
| 19             | 20 15    | 6 11     | 7 28     | 11 17    | 49 19    | 50 40    | 23 27    | 6 20     | 49 33    | 12 42    | 9 19     | 23 26    |
| 20             | 20 2     | 6 10     | 45 57    | 11 38    | 24 20    | 3 16     | 23 27    | 42 20    | 38 23    | 12 22    | 22 19    | 23 27    |
| 21             | 19 48    | 44 10    | 24 16    | 11 58    | 47 20    | 15 32    | 23 27    | 53 20    | 26 52    | 12 2     | 24 20    | 23 27    |
| 22             | 19 34    | 59 10    | 2 25     | 12 18    | 58 20    | 27 26    | 23 27    | 39 20    | 15 1     | 11 42    | 14 20    | 23 27    |
| 23             | 19 20    | 53 9     | 40 25    | 12 38    | 57 20    | 38 59    | 23 27    | 0 10     | 2 49     | 11 21    | 53 20    | 23 27    |
| 24             | 19 6     | 26 9     | 18 17    | 12 58    | 44 20    | 50 11    | 23 25    | 56 19    | 50 17    | 11 1     | 21 20    | 23 26    |
| 25             | 18 51    | 38 8     | 56 0     | 13 18    | 18 21    | 1 1      | 23 24    | 28 19    | 37 25    | 10 40    | 39 20    | 23 24    |
| 26             | 18 36    | 29 8     | 33 35    | 13 37    | 39 21    | 11 30    | 23 22    | 35 19    | 24 13    | 10 19    | 47 21    | 23 22    |
| 27             | 18 21    | 0 8      | 11 2     | 13 56    | 47 21    | 31 38    | 23 20    | 18 19    | 10 42    | 10 58    | 44 21    | 23 19    |
| 28             | 18 5     | 11 7     | 48 22    | 14 15    | 41 21    | 31 23    | 23 17    | 36 18    | 56 53    | 9 37     | 33 21    | 23 16    |
| 29             | 17 49    | 2 3      | 31 36    | 14 34    | 21 21    | 40 46    | 23 14    | 29 18    | 42 45    | 9 16     | 12 23    | 23 13    |
| 30             | 17 32    | 35 3     | 54 53    | 14 52    | 21 49    | 46 23    | 10 58    | 18 28    | 18 8     | 54 42    | 2 23     | 23 9     |
| 31             | 17 15    | 49 3     | 18 6     | 15 1     | 58 21    | 58 24    | 8 33     | 18 13    | 33 3     | 14 14    | 49 23    | 23 5     |

## Corrections des Tables précédentes de la Déclinaison du Soleil.

| Correct.<br>pour | $\left\{ \begin{array}{l} 1779. \\ 1780. \\ 1781. \\ 1782. \end{array} \right.$ | Correct.<br>pour | $\left\{ \begin{array}{l} 1783. \\ 1784. \\ 1785. \\ 1786. \end{array} \right.$ | Correct.<br>pour | $\left\{ \begin{array}{l} 1787. \\ 1788. \\ 1789. \\ 1790. \end{array} \right.$ | Correct.<br>pour | $\left\{ \begin{array}{l} 1791. \\ 1792. \\ 1793. \\ 1794. \end{array} \right.$ |
|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|
| J. du mois.      | " "   | J. du mois.      | " "   | J. du mois.      | " "   | J. du mois.      | " "   |
| Janvier 1        | -0 8,3  | Janvier 1        | -0 16,5   | Janvier 1        | -0 24,8   | Janvier 1        | -0 33   |
| 11               | -0 15,5   | 11               | -0 31,0   | 11               | -0 46,5   | 11               | -1 2  |
| 21               | -0 22,3   | 21               | -0 44,5   | 21               | -1 6,8  | 21               | -1 29   |
| 31               | -0 28,0   | 31               | -0 56,0   | 31               | -1 24,0   | 31               | -1 52   |
| Février 10       | -0 33,0   | Février 10       | -1 6,0  | Février 10       | -1 39,0   | Février 10       | -2 12   |
| 20               | -0 37,0   | 20               | -1 14,0   | 20               | -1 51,0   | 20               | -2 28   |
| Mars 2           | -0 40,0   | Mars 2           | -1 20,0   | Mars 2           | -2 0,0  | Mars 2           | -2 40   |
| 12               | -0 42,0   | 12               | -1 24,0   | 12               | -2 6,0  | 12               | -2 48   |
| 22               | +0 43,0   | 22               | -1 26,0   | 22               | +2 9,0  | 22               | +2 52   |
| Avril 1          | +0 43,0   | Avril 1          | -1 26,0   | Avril 1          | +2 9,0  | Avril 1          | +2 52   |
| 11               | +0 41,8   | 11               | +1 23,5   | 11               | +2 55,3   | 11               | +2 47   |
| 21               | +0 39,3   | 21               | +1 18,5   | 21               | +1 57,8   | 21               | +2 37   |
| Mai 1            | +0 35,3   | Mai 1            | +1 10,5   | Mai 1            | +1 45,8   | Mai 1            | +2 21   |
| 11               | +0 30,8   | 11               | +1 1,5  | 11               | +1 32,3   | 11               | +2 3  |
| 21               | +0 24,8   | 21               | +0 49,5   | 21               | +1 14,3   | 21               | +1 39   |
| 31               | +0 17,5   | 31               | +0 35,0   | 31               | +0 52,5   | 31               | +1 10   |
| Juin 10          | +0 9,5  | Juin 10          | +0 19,0   | Juin 10          | +0 28,5   | Juin 10          | +0 38   |
| 20               | +0 1,0  | 20               | +0 2,0  | 20               | +0 3,0  | 20               | +0 4  |
| 30               | -0 7,5  | 30               | -0 15,0   | 30               | -0 22,5   | 30               | -0 30   |
| Juillet 10       | -0 15,8   | Juillet 10       | -0 31,5   | Juillet 10       | -0 47,3   | Juillet 10       | -1 3  |
| 20               | -0 23,3   | 20               | -0 46,5   | 20               | -1 9,8  | 20               | -1 33   |
| 30               | -0 29,8   | 30               | -0 59,5   | 30               | -1 29,3   | 30               | -1 59   |
| Août 9           | -0 35,3   | Août 9           | -1 10,5   | Août 9           | -1 45,8   | Août 9           | -2 21   |
| 19               | -0 39,5   | 19               | -1 19,0   | 19               | -1 58,5   | 19               | -2 38   |
| 29               | -0 42,3   | 29               | -1 24,5   | 29               | -2 6,8  | 29               | -2 49   |
| Septemb. 8       | -0 43,8   | Septemb. 8       | -1 27,5   | Septemb. 8       | -2 11,3   | Septemb. 8       | -2 55   |
| 18               | -0 44,5   | 18               | -1 29,0   | 18               | -2 13,5   | 18               | -2 58   |
| 28               | +0 43,8   | 28               | +1 27,5   | 28               | +2 11,5   | 28               | +2 55   |
| Octobre 8        | +0 41,8   | Octobre 8        | +1 23,5   | Octobre 8        | +2 4,3  | Octobre 8        | +2 47   |
| 18               | +0 39,0   | 18               | +1 18,0   | 18               | +1 57,0   | 18               | +2 36   |
| 28               | +0 35,0   | 28               | +1 10,0   | 28               | +1 45,0   | 28               | +2 20   |
| Novem. 7         | +0 30,3   | Novem. 7         | +1 0,5  | Novem. 7         | +1 30,8   | Novem. 7         | +2 1  |
| 17               | +0 24,5   | 17               | +0 49,0   | 17               | +1 13,5   | 17               | +1 38   |
| 27               | +0 18,0   | 27               | +0 36,0   | 27               | +0 54,0   | 27               | +1 12   |
| Décemb. 7        | +0 11,0   | Décemb. 7        | +0 21,0   | Décemb. 7        | +0 33,0   | Décemb. 7        | +0 44   |
| 17               | +0 3,3  | 17               | +0 6,5  | 17               | +0 9,8  | 17               | +0 13   |
| 27               | -0 4,3  | 27               | -0 8,5  | 27               | -0 12,8   | 27               | -0 17   |

## CORRECTIONS & ADDITIONS.

**P**AGE 2, ligne 1, *peut-être* : lisez *dit-on*. Page 5, n<sup>o</sup>. 14, ligne 9, *au 0 degré* : lisez *au 90 degré*. Page 11, n<sup>o</sup>. 32, *ajoutez*, voyez aussi la note Z, page 140. Page 13, ligne 3, *en trouvant*, lisez *en tournant*. Page 15, n<sup>o</sup>. 42, ligne 7, *aux deux extrémités* : lisez *une à chaque extrémité*. Page 16, ligne dernière, voyez la Note X. lisez la Note U. Page 18, n<sup>o</sup>. 53, ligne 7, *je suis fâché* : lisez *je ne suis pas fâché* : *ibid.* ligne 9, *puisqu'il* : lisez *quoiqu'il*. Page 20, ligne dernière du n<sup>o</sup>. 56, dans le n<sup>o</sup>. 13 : lisez dans les nos 8 & 9. Page 24, n<sup>o</sup>. 71, ligne 3, *par le n<sup>o</sup>. 13* : lisez *par le n<sup>o</sup>. 11*. Page 26, n<sup>o</sup>. 80, ligne 5, *la vis E*, ajoutez *figure 10*. Page 37, n<sup>o</sup>. 127, ajoutez voyez la Note Z. Page 40, n<sup>o</sup>. 140, ligne 2, *en sa place*, ajoutez, & *l'alidade au zero degré*. Page 41, n<sup>o</sup>. 144, ligne 2. de 150 degrés : lisez *la moitié de 150 degrés*. Page 43, n<sup>o</sup>. 151, ligne 1. *le cheveu tendu*, ajoutez, *autrement on met cette piece sur le plan de l'instrument, si la surface du limbe n'est pas au même niveau*. Même page, n<sup>o</sup>. 153, ajoutez au bout de la ligne 6, *autrement on emploie deux daïs, deux cylindres de la même hauteur, ou une regle, comme on le dira dans la Note ee, page 147*. Page 45, à la fin du n<sup>o</sup>. 157, dans le n<sup>o</sup>. 173, &c. lisez, dans le n<sup>o</sup>. 189, voyez la Note mm, page 159. Page 46, n<sup>o</sup>. 159, ligne 3, le n<sup>o</sup>. 202 : lisez, le n<sup>o</sup>. 214. *Ibid.* par le n<sup>o</sup>. 204 : lisez, par le n<sup>o</sup>. 220. Même page, n<sup>o</sup>. 161, ligne 6, par le n<sup>o</sup>. 173 : lisez, par le n<sup>o</sup>. 180. Page 48, ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 165. Voyez la Note V, page 134. Page 50, ligne 2, voyez le n<sup>o</sup>. 212 : lisez n<sup>o</sup>. 115 & 175. Page 53, ajoutez aux n<sup>o</sup>. 182, 187 & 189 : voyez la Note mm, page 159. Page 57, ajoutez au n<sup>o</sup>. 197. Voyez la Note hh, page 153. Page 58, ajoutez aux n<sup>o</sup>. 202 & 204. Voyez la Note cc, page 144. Même page 58, n<sup>o</sup>. 201, ligne 8, *Londres 1768*, &c. lisez, *de l'Astronomie de M. de la Lande*. Page 62, ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 214, voyez la Note mm, page 159. Page 63, à la fin du n<sup>o</sup>. 218. *horizontale* : lisez, *sur le même horizon*. Même page, n<sup>o</sup>. 220, ligne 4, *cependant* : ajoutez, *si l'on croit quelques Astronomes marins, l'erreur en est si variable*, &c. P. 64, n<sup>o</sup>. 223, ligne 22, *Table III des Réfractions* : lisez, *Table I des Diamètres du Soleil*. Page 67 : ajoutez au n<sup>o</sup>. 235, voyez la Note ll, page 157, sur les Observations sur Mer, dans le cas d'avoir l'horizon couvert. Page 72, n<sup>o</sup>. 241, du même limbe : ajoutez, *figure 10, planche 2*. Même page, ligne dernière, par la Note dd : lisez, *par la figure 35, planche 3*. Page 74, n<sup>o</sup>. 248, ligne 5, *à cause de l'angle* : lisez, *à moins qu'on ne corrige pas*, &c. Page 75 : ajoutez à la fin du numéro 251, voyez la Note nn, page 160. Page 84, n<sup>o</sup>. 276, ligne 5, 1767 : lisez, 1780 : & ajoutez à la fin de ce nombre 3, voyez la Note oo, page 160. Page 85 : ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 279, suivant le concours des autres mouvemens de cet Astre : ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 280 : voyez la Note oo, page 160. Page 89 : ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 294 : voyez la Note pp, page 161. Page 94 : ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 310 : voyez la Note qq, page 162. Page 103, n<sup>o</sup>. 336, ligne 1, *soit le cylindre* : lisez, *soit le cylindre à jour ab*. Page 106 : ajoutez à la fin du n<sup>o</sup>. 347. Car la moitié de la somme de ces deux observations sera la valeur de l'angle cherché. Notez, que si le dessus de la surface extérieure du niveau circulaire (n<sup>o</sup>. 334) forme un plan parfait, elle pourra servir à réfléchir (toute seule) l'image de l'objet qu'on veut observer, suivant l'idée du Chevalier Shuckburg, Baronet Anglois. En examinant une fois pour toujours la différence angulaire (s'il y en a une) de ce plan au vrai horizon, on tiendra compte de cette différence dans les observations qu'on fera dans la suite sur le même niveau. La pratique indiquera peut-être des moyens pour augmenter la netteté de la réflexion sur la surface du verre, sans lui faire perdre sa transparence, aussi bien

que pour s'assurer de mettre toujours le niveau dans le sens & vraie position qu'il faut avoir à l'égard de l'objet qu'on observe, afin que cette différence angulaire soit la même à chaque observation. Page 113, ligne 6, à la plaque 12 : lisez, à la plaque N V D m. Page 114 : ajoutez à la fin du n°. 369 ; & on pourra disposer en forme de coulisseau une ou deux plaques par le dessous de la lunette, pour qu'on puisse la pousser jusqu'à p, (même figure 32, planche 3) lorsqu'on voudra observer par derrière sur le miroir A. Même page, n°. 370, ligne 2, par derrière (240) : lisez, par derrière. Voyez le n°. 238 & suiv. Page 124, n°. 15, ligne 1, dans ce cas l'objet W : lisez, dans ce cas l'image de l'objet W. Page 137, n°. 8, ligne 1, mais on doit : lisez, de même on doit compter. Page 141, Note bb pour le n°. 193 : lisez, Note bb pour le n°. 206. Même page 141, ligne 11 de la même Note bb, sont parallèles, lisez, étoient parallèles dans l'ajustement, & sont supposés perpendiculaires au plan de l'instrument. Page 142, ligne 12, fin.  $89^{\circ}$  : fin.  $\frac{1}{2} c d$ , &c. lisez, fin.  $89^{\circ}$  : fin.  $\frac{1}{2} a d$ , c'est-à-dire, la moitié de  $a d$  sera  $89^{\circ}$  ; car  $1 : 1 :: 89 : 89$ . Donc  $a d = 178^{\circ}$ . Page 146, ligne 3, après le mot, l'horison sensible u : ajoutez, l'autre a paroîtra en e, suivant la direction du rayon visuel b a e. Mais il est évident, &c. Même page 146, ligne 8, byu. Cet angle nbe : lisez, ubn. Cet angle u k n est égal à l'angle au centre h C e. Page 147, Note dd, ligne 12. car n u est parallèle : lisez, car n V est parallèle à e z. Page 155, n°. 2, ligne 3, : 280,9" (= 4.40 9) : lisez, : 297,7" (= 4.57,7"). Page 156, n°. 3, ligne 2, premier : lisez, vingt-une. Page 157, ligne 1, tirées : lisez, cisées. Même page, ligne 2 & 9, Gottfrey : lisez, Godfrey. Page 158, ligne 5 : ajoutez, dont la figure 45, planche 3 montre la section. Même page, ligne 9, levier b s q : lisez, b s ou b q. Page 153, ligne , que g x h : lisez, que g x d. Dans la figure 35, planche 3, le degré 10, dans le rang des chiffres des observations pardevant doit être marqué 40.

---

### APPROBATION DU CENSEUR ROYAL.

J'AI lu, par ordre de M. le Garde des Sceaux, un Ouvrage, intitulé : *Description des Octants & Sextants Anglois. . . . . avec la Description d'un Double-Sextant nouveau. . . .* par Jean-Hyacinthe de Magalhaens, Gentilhomme Portugais, &c,

L'Auteur, issu du très-célèbre Navigateur, Ferdinand de Magalhaens, connu sous le nom de Magellan, se propose, dans cet Ouvrage, de perfectionner un des principaux Instrumens de l'Art de Naviguer : & je crois que le tribut de reconnoissance qu'il peut attendre du Public, augmentera singulièrement la gloire d'un nom déjà si fameux dans l'Histoire, & dans la bouche de toutes les Nations commerçantes. A Paris, le premier Mai 1775,

L'Abbé DE LA CHAPELLE,



